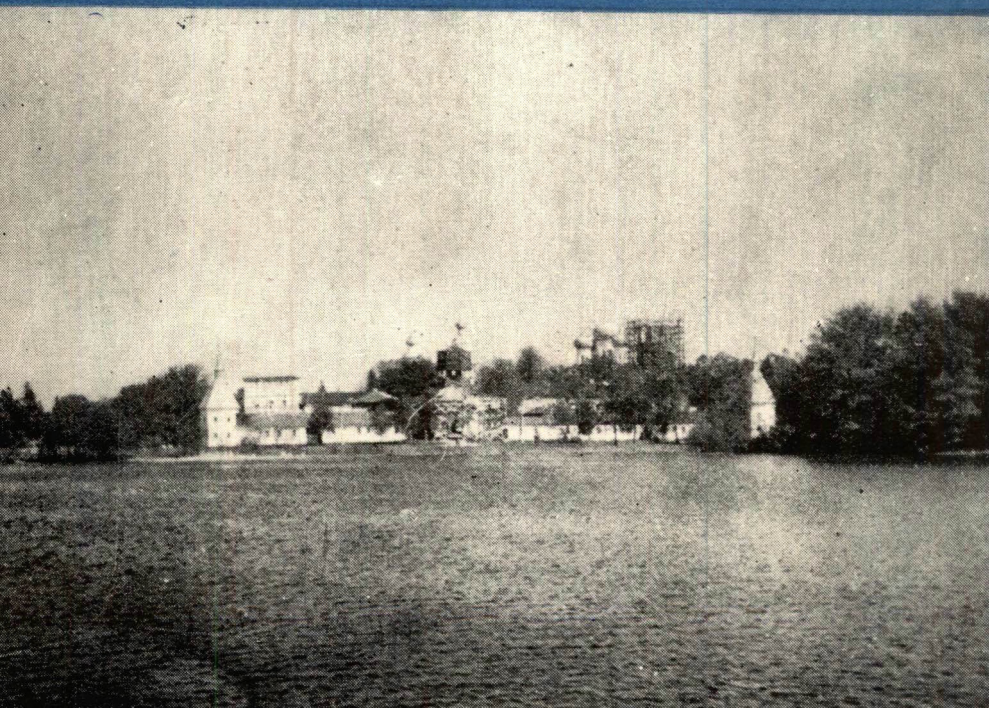


ISSN 0207—4540

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ

6

# ОХРАНА ВНУТРЕННИХ ВОД



TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED  
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ  
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS  
ALUSTATUD 1893. a. VIINIK 614 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ в 1893 г.

---

# ОХРАНА ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ

6

ТАРТУ 1982

Редакционная коллегия:

В. В. Мазинг (председатель), А. Г. Воронов, А. А. Райк, А. Э. Саава,  
В. П. Чижова и Э. Ф. Вареп (редактор).

Redaktsioonikolleegium:

V. Masing (esimees), A. Voronov, A. Raik, A. Saava, V. Tšižova ja E. Varep  
(toimetaja).

2000 40509

Arh.

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

+229

### УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА И ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РСФСР

Е. В. Семизорова

Московский государственный университет

В 1974 г. вышло в свет постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему развитию сельского хозяйства нечернозёмной зоны РСФСР», в котором в качестве одной из основных задач указано широкое развитие мелиорации земель. Мелиорация же, в свою очередь, не может развиваться без научного исследования земельных и водных ресурсов, их количественной оценки, планирования, их рационального использования и охраны.

Реки нечернозёмной зоны принадлежат к бассейнам Северного Ледовитого, Атлантического океанов и внутренней бессточной области (Каспийского моря). Большинство крупных рек имеет широкие, хорошо разработанные долины, малые уклоны русел и плавное, спокойное течение. Основным источником питания рек нечерноземья являются талые снеговые воды. В восточных районах на долю снега приходится больше половины общего объёма питания рек (до 65%), поэтому весной уровень их резко поднимается (на 4—6 м, у некоторых до 12 м). В западных и юго-западных районах доля снегового питания понижается и усиливается дождевое питание. Здесь иногда наблюдаются дождевые летние паводки. Однако для рек нечернозёмной зоны дождевое питание не играет особенно большой роли. Зимой основным источником питания рек являются подземные воды. Их доля в общем балансе питания рек доходит до 35%.

В целом нечернозёмная зона РСФСР располагает густой и разветвлённой речной сетью, массой озёр и обширными болотами. Главной причиной, обеспечивающей богатство территории поверхностными водами, является избыточное увлажнение, связанное со значительным количеством осадков при сравнительно невысоких температурах воздуха в летний период.

Подземные воды залегают очень близко к поверхности (на глубине менее 4-х м). Однако их верхние горизонты, как пра-

вило, маломощны. Часты выходы грунтовых вод в виде источников.

Оценка водных ресурсов производилась по данным ГГИ (см. 2). При этом, кроме суммарных водных ресурсов, оценивались ресурсы отдельных областей, автономных республик и экономических районов, а также ресурсы отдельных бассейнов рек.

Суммарные водные ресурсы зоны (общий объём среднегодового стока рек) составляют  $780 \text{ км}^3$ , в том числе  $739 \text{ км}^3$  составляет сток, формирующийся на рассматриваемой территории, а  $41 \text{ км}^3$  — приток в неё. Распределение их по областям зоны крайне неравномерно. Наибольшие объёмы местного стока сосредоточены в Архангельской области и Коми АССР. Выделяются области транзитного стока. Так, в Чувашской АССР приток составляет 98% всех водных ресурсов.

58% стока рек зоны составляют реки бассейна Северного Ледовитого океана. Самыми многоводными реками нечерноземья являются: Печора (18% стока), Северная Двина и Волга (по 15% стока).

Был произведён также подсчёт водного баланса нечернозёмной зоны. Средние многолетние величины его элементов составляют: осадки — 707 мм, суммарный сток — 272 мм (из них 211 мм — поверхностный и 61 мм — подземный сток), испарение — 435 мм, инфильтрация — 495 мм.

В целом водные ресурсы нечерноземья достаточны для полного удовлетворения хозяйственных нужд в настоящее время и в перспективе, с учётом намечающего хозяйственного развития этого района. Рассматриваемая территория относится к районам наиболее обеспеченным водными ресурсами, но вследствие неравномерности выпадения осадков по годам и в течение вегетационного периода нередко наблюдается недостаток влаги, что особенно чувствуется в сельскохозяйственном производстве. Резервами водных ресурсов для сельского хозяйства являются подземные воды, которые в настоящее время используются в основном только для коммунального и технического водоснабжения. Правильный учёт и рациональное использование водных ресурсов имеют огромное значение для развития мелиорации земель.

По данным гидрометрических наблюдений на 213 постах были построены карты среднего годового стока рек и коэффициента вариации. Для исследований использовались данные практически всех гидрометрических постов на территории нечернозёмной зоны РСФСР, имеющих ряды наблюдений за стоком более 30-ти лет.

На карте среднего годового стока можно проследить уменьшение модуля среднего годового стока с севера на юг, что целиком определяется территориальным изменением соотноше-

ния между осадками и испарением. Другие физико-географические факторы: рельеф, геологическое строение, особенности почвы, озёрность, заболоченность, развитие карстовых явлений и др. вносят изменения в зональное распределение стока. Влияние рельефа на сток особенно ярко прослеживается на западном склоне Урала, где сток заметно возрастает с увеличением высоты местности, а также на Валдайской возвышенности, в Центральной части Кольского полуострова и в районе Тиманского края.

Карты коэффициентов вариации были построены в двух диапазонах площадей водосборов (1000-10000 км<sup>2</sup> и 10000—100000 км<sup>2</sup>), чтобы исключить интегрирующее влияние площадей водосборов на изменчивость годового стока во времени. В целом характерно уменьшение коэффициента вариации с увеличением среднего годового модуля стока.

На всех картах выделяются аномальные районы распространения карста и области интенсивного использования водных ресурсов. Были построены зависимости среднего годового модуля стока от средней высоты водосбора, коэффициента вариации стока от среднего годового модуля и логарифма площади водосбора. Эти зависимости выявляются не везде и носят локальный характер.

Картографирование основных характеристик стока и выявление главных факторов, влияющих на их распределение по территории, имеет большое значение при выборе рек-аналогов для расчётов стока малоизученных рек и для более полного учёта водных ресурсов территории.

По данным о колебаниях речного стока на 130-ти гидрометрических постах на территории нечернозёмной зоны РСФСР было выполнено районирование с помощью анализа матрицы коэффициентов корреляции на ЭВМ.

Ряды наблюдений за стоком объединялись в группы так, чтобы коэффициент корреляции всех рядов внутри группы друг с другом был не ниже критического (в качестве критического был выбран коэффициент корреляции равный 0,6). Вычисления производились следующим образом: сначала для первого ряда находился ряд, имеющий с ним наибольший коэффициент корреляции. Если этот коэффициент корреляции был больше критического, то подбирался третий ряд, который имел максимальную сумму коэффициентов корреляции с первыми двумя, и в то же время оба эти коэффициента корреляции были не ниже критического. Присоединение рядов к группе производилось таким образом до тех пор, пока связь присоединяемого ряда с рядами группы была больше или равна критической. Как только это условие переставало соблюдаться, считалось, что группа образована полностью. Далее мы переходили ко второму ряду и проделывали аналогичные операции. Перебрав таким образом

все ряды наблюдений за стоком, мы получили несколько групп, число которых фиксировалось, а также отдельно одиночные ряды, не присоединённые ни к одной группе. Полученные группы были нанесены на карту и сформировали районы.

В результате были выделены 15 районов с синхронными колебаниями годового стока. Полученная карта, разумеется, нуждается в уточнении, так как не проводилась количественная оценка внутрирайонных и межрайонных связей, а также местоположения границ районов. Для уточнения карты необходимо провести такое районирование несколько раз при различных критических значениях коэффициента корреляции и выбрать оптимальное, а также вычислить матрицу средних внутрирайонных и межрайонных коэффициентов корреляции и проанализировать положение районов в соответствии с физико-географическими факторами.

В процессе исследования водных ресурсов нечернозёмной зоны РСФСР был подобран материал для проведения её районирования по набору гидрологических характеристик водосборов по данным 190 постов. Выбирались: площадь водосбора, озёрность, заболоченность, среднегодовой модуль стока, средний уклон русла, средняя высота водосбора, лесистость, коэффициент внутригодовой зарегулированности стока. В связи с большой трудоёмкостью эта работа пока не завершена.

Исследования по выделению районов с синхронными колебаниями речного стока имеют большое значение для удлинения рядов наблюдений малоизученных рек, а также для решения вопросов локальных перераспределений стока и рационального использования водных ресурсов.

Полученные результаты могут быть использованы для планирования дальнейших научных исследований по изучению водных ресурсов и условий формирования стока рек нечернозёмной зоны РСФСР.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О мерах по дальнейшему развитию сельского хозяйства Нечернозёмной зоны РСФСР. — Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 3 апреля 1974 г.
2. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1964. 199 с.
3. Гончар В. И., Кибальчик О. А., Любушкина С. Т., Пашканг К. В., Раковская Э. М. Нечернозёмная целина России. М.: Просвещение, 1977. 191 с.
4. Козин В. М. Эффективное использование мелиорированных земель в Нечернозёмной зоне. М.: Россельхозиздат, 1976. 173 с.
5. Основные гидрологические характеристики. Тома: 1, 2, 3, 5, 6—2, 10, 11—1. Л.: Гидрометеиздат, 1966—1976.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т : 1, 2, 3, 5, 6—2, 10, 11—1. Л.: Гидрометеиздат, 1966—1976.
7. Соколов А. А. Гидрография СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1964. 535 с.

# CONDITIONS OF OUTFLOW AND ESTIMATION OF THE WATER RESOURCES OF THE NON-BLACK EARTH ZONE OF THE RUSSIAN S.F.S.R.

**E. V. Semizorova**

## Summary

The article deals with some problems concerning the distribution and the variations in the average annual outflow of the Non-Blackearth Zone of the R.S.F.S.R. A quantitative estimation of the natural water resources and water balance is given for both the whole zone and its separate river basins. Maps of the distribution of the average annual outflow of rivers and variation coefficients based on a large body of factual materials have been drawn up. 15 regions with synchronous fluctuations in the outflow of rivers have been distinguished as a result of a detailed analysis of the correlation matrix by means of a computer (with the limiting value of the correlation coefficient equalling 0.6).



## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМОРФНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ

**Н. Л. Чепурко**

Московский государственный университет

Геохимические свойства ландшафтов определяются: а) вещественным составом его компонентов, участвующих в материально-энергетическом обмене в пределах геохимически сопряженного ряда ПТК; б) геохимической обстановкой, включающей условия взаимодействия биогенных и абиогенных компонентов в воздушной, водной и почвенно-геоматической среде: концентрацией основных газов — кислорода и углекислоты, кислотно-щелочными и окислительно-восстановительными условиями в почве, породах и водах; в) механическими и физическими условиями миграции вещества под действием гравитационных факторов, в т. ч. условиями стока, воздушного переноса, а также термодинамическими условиями испарения почвенно-грунтовых вод; г) основными чертами естественного биологического круговорота вещества и энергии; д) некоторыми антропогенными факторами круговорота вещества, связанными с деятельностью промышленных и энергетических предприятий, поставляющих разнообразные геохимически активные газы, растворы и твердые вещества, а также и сельскохозяйственным производством, речным транспортом и т. д.

Особенности гидроморфных ландшафтов заключаются прежде всего в том, что избыток воды диктует условия миграции вещества в водной среде и создает особый режим взаимодействия между организмами и компонентами абиотической среды в процессе круговорота вещества. Для гидроморфных ландшафтов характерно ограниченное участие окислительных процессов в почвах и грунтах как следствие слабой аэрации. В этих условиях формируются особые биоценозы с преобладанием гигрофитов и гидрофилов в растительном сообществе и господством полусухопутных и водоплавающих животных и птиц в составе зооценозов.

В зависимости от различной интенсивности водообмена,

обусловленной объемом и скоростью поверхностного и почвенно-грунтового стока, термическими условиями испарения и транспирационной емкостью растительности, устанавливается определенная скорость обновления жидкой фазы ПТК. При этом проявляется тенденция к «разбавлению» или, наоборот, к увеличению концентрации некоторых подвижных соединений в почвах, водах и биомассе. В некоторых, довольно часто встречающихся ситуациях гидроморфные ландшафты приобретают явно выраженный аккумулятивный режим в отношении целого ряда воднорастворимых веществ и взвесей.

На фоне этой естественной картины миграции и аккумуляции вещества в случае значительного антропогенного вмешательства возникают случайные или направленные изменения в характере функционирования ПТК, например, уменьшение обводненности вследствие осушительных мелиораций или повышение интенсивности круговорота химических веществ за счет внесения удобрений и выноса фитомассы в виде урожая, изъятие торфяного слоя для хозяйственных нужд и т. д. Имеет также значение изменение состава растительности при организации культурных пастбищ и сенокосов, интенсификация биологического круговорота путем подключения большого числа консументов 1-го порядка (например, организация животноводческой фермы на влажных лугах) или изменения численности и видового состава консументов 1 и 2 порядков (разведение рыбы, бобров, нутрии и т. д.).

Особый случай представляет использование водных ландшафтов для транспортных целей или использование воды незамкнутым способом из водоемов для технических нужд. Сюда относятся охладительные системы природных водоемов, куда сбрасываются нагретые воды тепловых электростанций и металлургических заводов, а также — использование пойменных участков для складирования зольной массы тепловыми электростанциями, различных по химическому составу «хвостов» от обогатительных фабрик и т. п. При этом в одних случаях повышается температура воды в аквальных ландшафтах, нарушая их кислородный режим, в других — увеличивается минерализация воды, изменяются ее реакция и солевой состав, в третьих — происходит загрязнение воды нефтепродуктами. Резкие изменения такого рода возникают в местах сброса в водоемы промышленно загрязненных стоков.

Таким образом, геохимические особенности гидроморфных ландшафтов, в том числе и на территории ЦЭР, определяются всем комплексом факторов естественных и антропогенных, от которых зависит вещественный состав компонентов ландшафта, геохимическая обстановка и динамика свойств ландшафта.

Между собой гидроморфные ландшафты различаются по

степени увлажнения, интенсивности водообмена, режиму и способу увлажнения, а также по характеру и направлению миграции вещества.

### Классификация гидроморфных ландшафтов ЦЭР

Интенсивность водообмена Степень обводненности	Аквальные	Супераквальные	
	Водные	Переувлажненные	Влажные и периодически увлажненные
Очень низкая и низкая	Практически непроточные озера, пруды, старицы; техногенные отстойники	Болота, низинные, и переходные	Слабосточные западины, днища балок и оврагов, притеррасные понижения; поля орошения
Средняя	Медленно текущие равнинные реки, проточные озера, водохранилища	Верховые болота, заболоченные поймы рек с кочкарными лугами	Высокая пойма рек с травяными лугами и поливными огородами
Относительно высокая и высокая	Реки, речки и другие проточные водоемы, каналы сточных вод	Низкие поймы рек, речек, прибрежные полосы водохранилищ	Наклонные днища балок, оврагов, конуса выноса суходолов

Представленная классификация гидроморфных ландшафтов построена в основном на различии по первым двум из указанных выше признаков — степени увлажнения и интенсивности водообмена. Эти признаки характеризуют уровень гидроморфности и природные предпосылки водной миграции вещества, связанные с интенсивностью стока. Геохимические же особенности, безусловно зависящие от этих двух факторов, определяются, кроме того, в очень большой степени качественным составом вод и режимом увлажнения, связанными с определенными источниками вод и характером их функционирования. Так, особенности геохимической обстановки во многом зависят от степени переменности увлажнения, когда окислительные условия сменяются восстановительными с определенной частотой. В соответствии с этим проявляется действие тех или иных геохимических барьеров.

Источниками увлажнения гидроморфных ландшафтов в одних случаях являются атмосферные воды (верховые болота в северо-западной части ЦЭР), в других — воды поверхностно-почвенного стока, в третьих — грунтовые воды, а в четвертых — техногенные воды, т. е. такие, которые в процессе использования их промышленными или сельскохозяйственными

предприятиями приобрели существенно иные свойства — химические или физические.

Распространение гидроморфных ландшафтов на территории ЦЭР определяется климатическими и геоморфологическими факторами: к наиболее увлажненной северной и северо-западной частям территории с моренно-холмистым рельефом приурочено наибольшее количество болот, площадь которых составляет 8,7% от площади района Валдайского оледенения в пределах ЦЭР [2]. Значительные площади болот приурочены к обширной Мещерской низменности в восточной части территории ЦЭР. К этим же районам относятся и основные озерные ландшафты, общей площадью 1355 км<sup>2</sup>.

На территории ЦЭР расположено 104 водохранилища, емкостью более 1 км<sup>3</sup> каждое, занимающие площадь около 6 тыс. км<sup>2</sup> [1]. Реки и речки, числом более 50000, имеют протяженность более 200 тыс. км.

Многие реки и речки используются для лесосплава в Костромской, Калининской и Брянской областях; крупные реки используются для речного судоходства; большинство водоемов участвует в водоснабжении населения, промышленности и сельского хозяйства. Все эти формы использования вод накладывают отпечаток на свойства гидроморфных ландшафтов: с лесосплавом связано ухудшение кислородного режима вод для гидробионтов, с судоходством — шум, вибрация и загрязнение вод нефтепродуктами, что также вредит биоте рек, а различные виды хозяйственного использования вод влекут за собой разнообразные последствия, нарушающие естественные ритмы развития гидроморфных ландшафтов.

Говоря о региональных особенностях аквальных, в частности, — трансаквальных ландшафтов ЦЭР, следует отметить, что на фоне господствующего гидрокарбонатно-кальциевого класса химизма вод с минерализацией 250—300 мг/л здесь более, чем где-либо в других регионах страны, можно выделить фации с различными отклонениями в сторону повышения минерализации за счет стоков с полей, сбросов промстоков, часто содержащих волокнистые взвеси (из отстойников текстильных, картонных и др. фабрик) или тонкодисперсные минеральные взвеси (из золоотвалов тепловых электростанций), а также — обогащенные органическим веществом стоки животноводческих ферм. Размеры отдельных фаций колеблются в зависимости от условий разбавления от 5—7 до 30—40 км. Многие из них выделяются и значительным отклонением величины рН: при средней рН=7,2 наблюдаются фации с рН=8,5—9,0 (у золоотвалов) и с рН=3,6—2,8 (от некоторых химкомбинатов и металлургических предприятий). Выделяются также фации с повышенным содержанием хлор-иона, сульфатов, щелочных металлов, фенолов и др.

Интенсивность водообмена влияет на период существования фаций.

Геохимические особенности супераквальных ландшафтов также в огромной степени связаны с прямым или косвенным действием антропогенных факторов — окультуриванием для сельскохозяйственного использования, рекультивацией после торфопоразработок и т. п. Много болот в северо-западной части ЦЭР уже осушено и намечено к осушению. Известкование, внесение минеральных удобрений и распашка в корне меняют их развитие. Неосушенные болота этой части ЦЭР сохраняют свои природные свойства, тогда как аналогичные ландшафты Мещеры испытывают более сильное косвенное влияние техногенеза из-за приноса сюда стоком и воздушными потоками растворимых веществ — сульфатов, хлоридов, углеводов и др. [3].

Поглотительная способность почв и грунтов ослабляет скорость распространения техногенного влияния на соседние терригенные ландшафты и потому изменения химического состава в этой группе ландшафтов носят локальный характер и зависят от уровня прямого внесения вещества на поля или места сброса отходов производства.

В большей степени изменяются свойства ландшафтов, когда имеет место миграция инородного твердого вещества, например, гумусированных суглинков, отлагающихся на песчаных поймах. Такого рода изменения характерны для супераквальных ландшафтов южной части ЦЭР, где высокая распаханность сочетается с расчлененным рельефом и значительным количеством вносимых на поля удобрений. Перемещение удобрений почвенной массой в места аккумуляции выделяет последние интенсивным биологическим круговоротом вещества.

Пойменные ландшафты, особенно с интенсивным водообменом, как правило, отличаются нейтральной реакцией почв и значительным содержанием подвижных соединений азота, фосфора, серы и калия, по сравнению с кислыми и бедными почвами элювиальных ландшафтов юга лесной зоны. Наиболее резко выделяются комплексом свойств ландшафты пойм и днищ оврагов, претерпевшие техногенную трансформацию. Так, зольные поля ТЭС или отработанные отстойники картонных фабрик, даже сильно обводненные, многие годы сохраняют резко щелочную реакцию ( $pH=10-12$ ), затрудняющую окультуривание этих полей. Физические свойства подобных техногенно измененных ландшафтов также требуют коренного улучшения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вартазаров С. Я., Туренко И. В., Еремеева Л. В. Воды, водопотребление и их динамика. — В кн.: Региональный географический прогноз, в. I. Современное состояние и некоторые тенденции изменения природной среды. Центр Русской равнины. М.: МГУ, 1977, с. 142.
2. Несмеянова Г. Я. Сельское хозяйство. Там же, с. 94.
3. Чепурко Н. Л. Круговорот веществ и тенденции его изменения под влиянием хозяйственной деятельности. Там же, с. 181—182.

## GEOCHEMICAL PECULIARITIES OF THE HYDROMORPHIC LANDSCAPES OF THE CENTRAL REGION OF EUROPEAN RUSSIA

N. L. Chepurko

### Summary

The article offers a programme for the characterization of the geochemical features of landscapes in general and of hydromorphic landscape units in particular. A list is given of the factors determining the formation of the geochemical peculiarities of hydromorphic landscape units. A scheme is suggested for the classification of the latter on the basis of the two most important factors: the abundance of water and the intensity of its circulation. Besides natural landscape units the scheme includes man-made water bodies such as water reservoirs, ponds, sediment traps, but also flood plain meadows, swamps etc. that are used for economic purposes. The great role played by human activity is stressed, for it exercises both direct and indirect influence on the formation of the hydromorphic landscapes in the region under discussion.

## **АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ГИДРОХИМИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ ЭСТОНСКОЙ ССР)**

**Х. А. Симм**

Институт зоологии и ботаники Академии наук Эстонской ССР

Отрицательное влияние деятельности человека на поверхностные воды Эстонии наиболее резко выражается в антропогенном эвтрофировании водоемов. В течение последнего десятилетия это вторичное загрязнение все больше расширяется и углубляется в озерах, морских бухтах и даже в малых реках республики.

При комплексном исследовании более 150 озер Эстонии в 1950—60 гг. наблюдались только отдельные водоемы с химическими и биологическими признаками отрицательного антропогенного влияния. В исследованных естественно (т. е. в ходе их нормального развития) эвтрофированных озерах не наблюдалось нарушения равновесия процессов, направляющих внутриводоемный круговорот веществ. Так, например, в 1950—60 гг. фосфаты в воде озер в течение вегетационного периода не были обнаружены; содержание нитратов, как правило, не превышало 0,1—0,2 мг/л, редко встречались высокие концентрации органического вещества аутохтонного происхождения [10].

Вторичное изучение состояния озер Эстонии в 1970-х гг. показало, что за последнее десятилетие озера подверглись интенсивному антропогенному эвтрофированию.

Особенно чувствительными к деятельности человека оказались озера с мягкой водой. Это подтверждается результатами сравнительного изучения трех олиготрофных озер Эстонии, которые мало отличаются друг от друга по природным условиям, но значительно различаются по антропогенной нагрузке, т. е. по интенсивности использования их для отдыха в последнее время.

В 1970-х гг. все три озера лишились химических и биологических признаков, характерных для олиготрофных озер, которые наблюдались в 1960-х гг. В воде этих водоемов повысилась концентрация биогенных элементов и органического вещества, ухудшился кислородный режим, изменилась флора

озер. В результате сравнения данных по этим трем озерам установлено, что различия антропогенной нагрузки на изученные олиготрофные озера выражаются в различной степени их антропогенного эвтрофирования. В наиболее нагруженном озере растворенный кислород в природных слоях воды во время стагнации отсутствовал, а зимой дефицит кислорода охватывал все слои воды. Фосфат обнаруживался в воде этого озера круглый год, в период стагнации содержание его повышалось в придонных слоях до 41 мкг Р/л, а в жидкой фазе пелогена — до 90 мкг Р/л [6, 8]. Фитопланктон, особенно сине-зеленых водорослей, стал обильным.

Антропогенное воздействие наблюдается не только на олиготрофных, но и на эвтрофных озерах, где происходит чрезмерное эвтрофирование. Это отмечено и на многих озерах республики. Ярким примером могут служить данные о мелководном озере Юлемисте, которое снабжает г. Таллин водой с XIV в. В 1974—75 гг. на водоочистительной станции возникло засорение фильтров и Таллину угрожала нехватка воды. Причиной засорения было интенсивное развитие сине-зеленых водорослей; организмы покрывались кристаллами кальцита и образовывались засоряющие взвешенные наносы. Бурное цветение воды (максимальная биомасса фитопланктона была более 300 мг/л) было обусловлено резким увеличением концентрации биогенных элементов и органического вещества в воде озера из-за антропогенной деятельности [5].

Как показывают исследования лаборатории санитарной техники Таллинского политехнического института (ЛСТ ТПИ), процессу антропогенной эвтрофикации подчиняются, кроме озер, и малые реки Эстонии.

Начиная с 1970-х гг. в реках резко повысилась концентрация питательных веществ. Содержание фосфатов в них составляет 10—160 мкг Р/л, а нитратного азота — 1—20 мг/л [4]. В результате этого во многих малых реках произошли большие изменения как в составе флоры и фауны, так и в кислородном режиме и качестве воды.

Экологической особенностью антропогенной эвтрофикации малых рек является разрастание высших водных растений (роголистников, рясок, рдестов и др.), а не фитопланктона, как это наблюдается при естественной эвтрофикации озер. Зарастание создает подпор воды в эвтрофирующих реках до 80—100 см, что вызывает летние наводнения [1]. Последнее явление в свою очередь способствует вымыванию питательных веществ из почвы водосборов в руслах рек.

Биомасса многих малых рек велика, достигая в некоторых из них 900 г сухого вещества/м<sup>2</sup>. В р. Выханду эта биомасса составила в зоне интенсивного зарастания даже около 100 т сырого веса вещества на га [3].



Заращение рек приводит к быстрому накоплению отложений ила в их руслах: в 1970-х гг. толщина слоя донных отложений увеличилась на 5 см.

Интенсивный фотосинтез макрофитов и интенсивные процессы в иловых отложениях обуславливают значительные колебания содержания растворенного кислорода в воде эвтрофирующихся рек с часто наблюдаемым летним кислородным дефицитом.

Кроме этих изменений отмечается увеличение численности бактерий и скорости их размножения. Происходят существенные изменения и зообентоса: сокращается численность моллюсков и личинок хирономид, тогда как биомасса олигохет увеличивается [1].

Итак, концентрация биогенных веществ в воде малых рек возросла настолько, что приводит к нарушению биологических процессов и ухудшению качества воды.

Для защиты природных вод от антропогенного эвтрофирования необходимо устранить источники питательных веществ, вызывающие этот процесс в водоемах.

Расчеты, проведенные в ТПИ для Эстонии [3], показывают, что нагрузка фосфатов из точечных источников (сброс коммунальных и промышленных сточных вод и др.) составляет приблизительно 85%, а из диффузных — только 15%. Основное же количество азота — 80% происходит из диффузных источников и только 20% из точечных.

Загрязнение, поступающее в водоемы диффузным путем, оценить трудно, однако нет сомнения, что в Эстонии главным источником диффузного загрязнения биогенными элементами является сельскохозяйственное производство. Особенно важна его роль в антропогенной эвтрофикации водоемов в замедленным водообменом, т. е. в озерах и морских заливах.

Об этом говорят проведенные в Институте зоологии и ботаники АН ЭССР исследования вод местного стока, питающих водоемы. Сравнительным анализом химического состава вод местного стока установлено, что нагрузка фосфатов на водоемы в 1970-х гг. увеличивалась в среднем за год в 2—9 раз по сравнению с соответствующими данными 1960-х гг. Повышение нагрузки фосфатов произошло преимущественно за счет вод весеннего половодья [9].

По многим данным [4, 11], максимальное содержание азотистых соединений наблюдается в водах весеннего половодья. Это говорит о сельскохозяйственном загрязнении, в частности о нерациональном применении агротехники.

Сильное увеличение концентрации биогенных элементов в природных водах наблюдается при несвоевременном внесении удобрений, притом не только минеральных, но и органических. Опыты, поставленные Эстонским НИИ земледелия и мелю-

рации, показали, что при внесении навоза на поля зимой по снегу, талые воды содержали азота в 7,8, а фосфора в 13,5 раза больше, чем воды с полей, где навоз не применяли или вносили под зяблевую вспашку [7].

Проведенным в ЛСТ ТПИ сравнительным исследованием малых рек, относящихся к водосборам различного типа, установлено, что в сельскохозяйственных районах их вода содержит весной фосфатов от 2 до 8, а нитратов от 10 до 20 раз больше, чем в реках, пересекающих лесные ландшафты [4].

Воды весеннего половодья составляют около 40% годового местного стока. В этот период происходит основной водообмен в озерах Эстонии, большинство из которых являются слабопроточными. Весенними водами в котловины озер (как и в морские бухты) приносится огромное количество питательных веществ, которые здесь и аккумулируются.

Серьезного внимания заслуживает сток не только биогенных, но и органических веществ. Последние могут при минерализации в котловинах водоемов обогащать воды озер и морских бухт фосфатами и нитратами. Изучение количественных показателей загрязнительной нагрузки органического вещества на водоемы Эстонии и ее изменения в течение последнего десятилетия до настоящего времени еще не завершено.

Из результатов исследований нагрузки Финского залива следует, что она по органическому веществу в настоящее время более, чем в 2 раза превышает нагрузку Ботнического залива [2].

По проведенным до сих пор наблюдениям на озерах Эстонии, концентрация органического вещества в воде большинства из них повысилась в течение последних 10—20 лет.

Исследования Эстонской сельскохозяйственной академии [11] показывают, что среди источников загрязнения природных вод Эстонии органическими веществами большую роль играет сельскохозяйственное производство.

Продолжающаяся антропогенная эвтрофикация может вызывать крайне нежелательные изменения в режиме водоемов. В целях создания научных основ защиты природных вод Эстонии от антропогенного воздействия создана комплексная программа исследования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вельнер Х. А., Лойгу Э. О. Влияние эвтрофирования на качество воды малых рек Эстонии. — В кн.: Антропогенное эвтрофирование природных вод. Черноголовка, 1977, с. 172—174.
2. Вельнер Х. А., Лойгу Э. О. Нагрузка Финского залива органическими и биогенными веществами. — Материалы VI Всесоюзного симпозиума по современным проблемам самоочищения водоемов и регулирования качества воды. Гидрохимические и санитарно-биологические аспекты самоочищения (часть 1). Таллин, 1979, с. 57—59.

3. Лойгу Э. О. Биогенные вещества и качество воды малых рек Эстонии. — В кн.: Материалы VI Всесоюзного симпозиума по современным проблемам самоочищения водоемов и регулирования качества воды. Гидрохимические и санитарно-биологические аспекты самоочищения (часть I). Таллин, 1979, с. 74—76.
4. Лойгу Э. Влияние использования удобрения на качество поверхностных вод. — В кн.: Антропогенное эвтрофирование природных вод. Черноголовка, 1977, с. 288—291.
5. Локк С. И., Порк М. И., Симм Х. А. Влияние эвтрофирования озера Юлемисте на водоснабжение города Таллина. — В кн.: Антропогенное эвтрофирование природных вод. Черноголовка, 1977, с. 291—295.
6. Милнус А., Кываск В. Сезонные изменения биомассы содержания хлорофилла а и фосфатазной активности фитопланктона в озере Вийтна-Линаярв. — Изв. АН ЭССР, сер. биол. 1978, т. 27, 4, с. 306—313.
7. Раудвьяли Э. И., Сиренди А. Э.-М. Влияние антропогенной деятельности на изменение содержания биогенных элементов в стоке. — В кн.: Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водах. Таллин, 1978, с. 80—83.
8. Симм Х. Эвтрофирование олиготрофных озер Эстонии. — Изв. АН ЭССР, сер. биол. 1977, т. 26, 4, с. 337—344.
9. Симм Х. А., Миллер Т. В. Изменение содержания фосфатов в местном стоке Эстонии. — В кн.: Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водах. Таллин, 1978, с. 96—99.
10. Eesti järved [Озера Эстонии]. Tallinn, 1968. 548 lk.
11. Maastik, A. Põllumajandus ja veekaitse. [Сельское хозяйство и охрана вод]. — Rmt.: Põhjavee kasutamisest ja kaitsest Eesti NSV-s. Tallinn, 1978, lk. 77—78.

## CHANGES IN THE HYDROCHEMICAL REGIME OF SURFACE WATERS CAUSED BY HUMAN ACTIVITY

H. A. Simm

### Summary

The negative influence of human activity on surface waters makes itself most acutely felt in the resulting eutrophication of water bodies. This process of secondary pollution has also become apparent in the Estonian S.S.R. in the course of the 1970s. It is caused by a sharp increase in the amount of biogenic elements in the running waters and lakes. The rise in the nutrient level of water bodies has been accompanied by changes in their hydrochemical regime as well as in their plant and animal life. The nature and development of these changes evidently depend on the specific characteristics of each concrete water body. Therefore, it is necessary to undertake all-round investigations to work out scientific principles for the protection of inland waters against man-influenced eutrophication.

## **НАРУШЕНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ЛАНДШАФТА ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**А. В. Дончева**

Московский государственный университет

Состояние ландшафта, испытывающего техногенное воздействие, определяется изменениями компонентов и нарушенностью его структуры. Степень нарушенности ландшафта проявляется в виде различных техногенных модификаций, производных основного состояния. Изменение одного из параметров состояния ландшафта может привести либо к количественным изменениям отдельных компонентов, либо к качественной перестройке структуры всего комплекса.

Техногенные модификации ландшафтов обособляются в том случае, если сила техногенных изменений компонентов не превышает предел их естественной допустимой амплитуды колебаний. Техногенно обусловленные отклонения ведущих компонентов ландшафта на величину, большую естественной амплитуды колебаний, ведут к снижению их устойчивости и коренной перестройке структуры ландшафтов, превращению природных ландшафтов в техногенные образования.

Существование техногенных модификаций при интенсивном техногенном воздействии длительно и зависит от скорости смены техногенных сукцесий. Следует отличать техногенные модификации от трансформаций ландшафтов. В трансформированных ландшафтах восстановление либо новое развитие ландшафта не повторяет прежнее его становление, так как происходит перестройка его структуры и смена типа круговорота.

При изучении воздействия металлургического производства на таежные ландшафты было установлено, что наиболее сильные техногенные трансформации ландшафтов происходят при нарушении водного режима территории. Ограничение видового разнообразия растений и животных, накопление техногенного вещества почвами и водами, выпадение биоты ведут к коренной перестройке структуры ландшафтов, развитию эрозии, активизации неблагоприятных природных процессов и наруше-

нию водного баланса ландшафтов. Запасы воды в ландшафте резко снижаются, возрастает открытость системы, что приводит к его резкой ксерофитизации и смещению зонального типа ландшафта на более маловодный. В лесной зоне появляются техногенные степи (пустоши), в степи — полупустыни, в сухих субтропиках — пустыни и т. д. Происходит усиление экстремальности природных процессов, неизбежное при дефиците воды.

Горные разработки также резко нарушают водный режим ландшафтов. В комплексном воздействии горной промышленности на ландшафт вычлениют несколько групп факторов: геологические, геохимические, гидрологические, геомеханические [2]. При добыче руды закрытым и открытым способом дренажное воздействие выработок приводит к оттоку вод и деформации поверхности. Результатом понижения уровня подземных вод и изменения гидросети является смещение русел водотоков и образование пойм. Техногенное расчленение территории вызывает формирование новых базисов эрозии. При создании техногенных форм рельефа нарушаются условия водосбора в бассейнах. Водный режим ландшафтов нарушается также при выходе на поверхность сильноминерализованных фитотоксичных вод, при подкислении, засолении и загрязнении вод и почв.

При изучении воздействия разработок Курской магнитной аномалии на природную среду в равнинных условиях было отмечено [1], что дефицит водных ресурсов, особенно в южной части, увеличивается в связи с откачками подземных вод при горноосушительных работах. В результате этого происходит остепнение ландшафтов, осушение садов и снижение уровня грунтовых вод в колодцах до полного или частичного их заиливания. Существенное нарушение режима подземных и поверхностных вод привело к образованию воронок депрессии, площадью 35 тыс. км<sup>2</sup>, которая к 2000 году достигнет 65 тыс. км<sup>2</sup>.

При разработке горных месторождений открытым способом происходит резкая активизация неблагоприятных явлений и процессов. В геотехсистемах с горными природными составляющими по сравнению с равнинными внутренние связи активнее. Наряду с техногенными системообразующими факторами здесь продолжают действовать и резко активизируются такие природные процессы, как гравитация, русловые и т. д. Активные природные процессы и особенности миграции в горных ландшафтах могут создавать пространственно разобщенные геотехсистемы; блоки, созданные техногенезом, могут быть значительно удалены от питающих их сфер нарушения.

Так, например, при эксплуатации одного из месторождений Северного Кавказа, в результате открытой разработки в высокогорье, произошло значительное накопление техногенного ма-

териала в балках и боковых горных долинах, что резко усилило селевую активность территории. Возможно также ожидать усиления таяния ледников за счет осаднения на них техногенной пыли и дальнейшую активизацию русловой и селевой деятельности.

Помимо прямых нарушений водного режима территории при сбросе загрязнителей, воздушное поступление техногенного вещества на больших территориях водосборов приводит к доминированию в ионном стоке бассейнов техногенных составляющих. Происходит также косвенное нарушение составляющих водного баланса за счет изменения условий водосбора, например, сокращения лесистости и смыва рыхлых отложений в бассейнах рек, испытывающих техногенное воздействие.

Таким образом, нарушение водного режима ландшафта происходит как в результате непосредственного нарушения земной поверхности, активизации природных процессов, так и при изменении условий водосбора при поступлении техногенного вещества и коренной ломке структуры ландшафтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. В. Некоторые аспекты географической оценки условий градостроительства в районе КМА. — В сб.: Методы прикладной и региональной физической географии. М.: МГУ, 1973, с. 26—29.
2. Мосинев В. Н., Грязнов М. В. Горные работы и окружающая среда. М.: Недра, 1978. 192 с.

## IMPAIRMENT OF THE WATER REGIME OF LANDSCAPES UNDER TECHNOLOGICAL IMPACT

A. V. Doncheva

### Summary

The article offers examples of impairment of the water regime of certain territories under the impact of the mining and metallurgic industries. The water regime of a landscape can be damaged as a result of the direct destruction of the surface in connection with an intensification of the influence of adverse phenomena and processes as well as in consequence of an influx of technogenic substances falling from the air, or in areas where the structure of the landscapes is drastically altered. The authors give examples of violation of the water regimes of certain landscapes and the resulting untoward consequences.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМОСТИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**Л. К. Казаков**

Московский государственный университет

Вовлечение в хозяйственный оборот все большего количества природных ресурсов требует более строгого их учета и рационального использования в интересах современного и будущего поколений.

В этой связи остро встает вопрос о выделении собственно геотехнических систем и хорионов (по А. Ю. Ретеюму), вносящих возмущения в естественную природную среду [8, 9]. Иными словами требуется определить границы и степень вовлечения в хозяйственный оборот различных природных компонентов. К настоящему времени реализован на конкретных примерах метод оценки значимости техногенных изменений отдельных природных параметров для различных компонентов природной среды [3, 4]. Этот метод основывается на сравнении естественной изменчивости (амплитуды) измеряемого параметра природной среды с отклонением его под влиянием техногенного фактора. Однако, как отметил К. Н. Дьяконов, данный метод, хотя естествен и прост для расчетов, но весьма трудоемок в исполнении. Трудности связаны, во-первых, со слабой разработанностью проблемы определения значимости различных природных факторов или параметров природной среды для природных комплексов (ПК) определенного ранга (то есть с проблемой организации ПК как целого); во-вторых, с отсутствием длительных рядов наблюдений для многочисленных параметров природной среды (длительные ряды наблюдений имеются только для отдельных гидрометеорологических параметров).

В связи с этим определение значимости природных факторов для различных ПК представляется весьма актуальным, так как, с одной стороны, позволяет выявить ведущие факторы, ответственные за современную организацию и устойчивость ПК

в целом. С другой стороны, это дает возможность объективно определить какого ранга ПК и на каком расстоянии включаются в геотехническую систему или хорион при возмущении их техногенным фактором.

Опыт изучения геотехнических систем показывает, что сфера влияния промышленных объектов может быть представлена в виде поля со спектром зон убывающего воздействия. При этом здесь идет постепенная нейтрализация техногенного фактора по мере опосредования его различными природными компонентами. Однако в сфере влияния технической системы ее воздействие убывает неравномерно, что определяет наличие двух типов зон с различной пространственной структурой — сплошной и очаговой эпизодической — нарушений ПК [2, 3, 5].

Так, в водоемах-охладителях ТЭС под влиянием сбросов теплых вод выделяется область (техногенная зона) постоянных нарушений температурного режима водоема, где возможна коренная перестройка ПК зонального уровня и область эпизодических нарушений, где коренные перестройки проявляются в отдельных микросообществах с малыми характерными временами жизни (например, сообществах микроорганизмов). Отсюда вытекает важный практический вывод, что в области эпизодического воздействия возможно появление очагов повышенного и опасного загрязнения, предугадать которые практически очень трудно. Два типа техногенных зон нарушения наземных ПК в сфере влияния ТЭС хорошо фиксируются в растительности. В зоне радиусом 3 км, непосредственно примыкающей к современной ТЭС, работающей на высокосернистом топливе и расположенной в Верхневолжской провинции, нарушения хвойных пород (особенно сосны) проявляются в той или иной степени практически во всех ПК. С удалением на 3,5—4 км (до 10—12 км) нарушения проявляются эпизодически и затрагивают в основном боровые ПК верхних частей песчаных грив, либо отдельные сосны, заметно возвышающиеся над пологом леса. То есть имеющие место нарушения ПК под влиянием дымовых выбросов ТЭС проявляются в ПК ранга биогеоценозов. Поэтому можно говорить, что геотехническая система ТЭС — природная среда включает в себя ПК биогеоценозов хвойных лесов в радиусе до 3 км, а боровые биогеоценозы аллювиальных ПК с легким механическим составом почвообразующих пород — в радиусе до 10—12 км.

Природные комплексы ранга фации, урочища и выше, изменяясь под влиянием дымовых выбросов по отдельным параметрам своих компонентов, не включаются как целое в данную геотехническую систему. В то же время под влиянием сброса теплых вод ТЭС в области постоянных нарушений температурного режима водохранилища в геотехническую систему включены ПК уже зонального уровня. То есть ПК только



тогда включаются в геотехническую систему, когда произошли коренные перестройки в ведущих факторах, определяющих его организационную структуру.

Исходя из предложенного принципа постановки граничных условий, при включении естественных природных объектов в геотехнические системы или хорионы можно значительно упростить экологическую оценку вовлекаемых в хозяйственный оборот природных ресурсов. При этом оценка строится на уже разработанных естественно-исторических классификациях природных объектов.

Трудности такого подхода к выделению геотехнических систем связаны со слабой разработанностью принципов выявления ведущих факторов.

В соответствии с геосистемной концепцией для каждого из иерархических уровней или рангов должен существовать свой ведущий системообразующий фактор организации природных комплексов. Это климатогенные, литогенные, биогенные и другие факторы. Именно ведущий фактор является непосредственной причиной формирования природных комплексов данного ранга. Другие факторы могут выступать либо как условия формирования, либо как причины развития этих ПК, смотря для каких структур, внешних или внутренних, они будут ведущими.

На необходимость дифференциации признаков и факторов по степени их значимости для построения классификационных схем природных комплексов указывалось во многих работах, посвященных проблемам физико-географического районирования [6, 7, 10]. Собственно по этому принципу с чередованием зональных и аazonальных признаков и факторов построено большинство схем таксономических единиц для целей физико-географического районирования.

Однако сложность выявления ведущих факторов при корреляционном характере большинства установленных связей между отдельными свойствами компонентов ПК привело к тому, что подход отдельных исследователей к физико-географическому районированию сводится к формальному заданию начальных условий, налагаемых на природную среду социальным заказом. Тогда и сама процедура выделения природных комплексов представляется как нечто внешнее, не детерминированное природой явление. Именно трудности объективно-физического обоснования связей между отдельными составляющими ПК и отсутствие шкалы значимости природных факторов и признаков для ПК различных рангов ведут к существованию определенной доли субъективизма в их естественных классификациях [10]. При этом сфера действия тех или иных признаков для ПК различных рангов задается интуитивно, в соответствии с опытом исследователя и имеющимся материа-

лом. Исходя из результатов исследований изменений в ПК промышленного воздействия представляется, что значимость тех или иных современных природных факторов для ПК различных рангов как целого может быть выявлена с помощью следующей методики.

Прежде всего задается классификационная система ПК, с которой предполагается работать (например, по Н. А. Солнцеву). Затем в ПК одного ранга сравниваются временная и пространственная амплитуды колебаний фактора, значимость которого для этих природных комплексов как целого мы пытаемся определить. Если временная амплитуда колебаний исследуемого фактора ( $A_{it}$ ) больше пространственной ( $A_{is}$ ), то этот фактор следует рассматривать как внешний по отношению

к ПК данного ранга. То есть, если отношение  $\frac{(A_{it})}{(A_{is})} > 1$ , то имеет смысл анализировать исследуемый фактор в пределах ПК более крупного ранга. Если отношение  $\frac{(A_{it})}{(A_{is})} < 1$  (временная амплитуда меньше пространственной), то данный фактор является внутренним по отношению к ПК, в пределах которого ведется измерение. Отношение  $\frac{(A_{it})}{(A_{is})} \approx 1$  говорит о том, что оцениваемый фактор для ПК данного ранга, видимо, является ведущим или лимитирующим фактором.

Например, измеренные в пределах верхневолжской провинции межгодовые естественные колебания рН выпавших атмосферных осадков составляют 7—9%, а внутриландшафтные их колебания, измеренные в различных ПК ранга фации, составляют 18%. То есть  $\frac{A_{it}}{A_{is}} < 1$ , что говорит о подчиненности данного фактора другим факторам внутриландшафтной дифференциации. В то же время измеренное отклонение кислотности атмосферных осадков, выпавших в сфере влияния мощной ТЭС, достигало 16% по отношению к фону

$$\left( \frac{A_{pH \text{техногенная}}}{A_{pH \text{S}}} \leq 1 \right).$$

Это говорит об относительной устойчивости ПК ранга фации к воздействию данного техногенного фактора, тем не менее при незначительном увеличении техногенной нагрузки уже могут произойти коренные перестройки ПК на внутриландшафтном уровне (по крайней мере на уровне биогеоценозов и фаций).

Сравнение временных (15—25%) и пространственных (5—10%) колебаний поступления атмосферных осадков в ПК ранга фаций показало, что этот фактор является внешним по отно-

шению к ПК данного ранга. Измерение отклонений этого фактора под влиянием тепловых сбросов ТЭС (0,8—1,5%, что близко к пределу точности измерений) свидетельствует о незначительности данного техногенного воздействия, даже на внутрифациальном уровне ПК. Аналогичная картина получается при анализе естественных и техногенных изменений теплового режима наземных ПК в сфере влияния ТЭС.

Более сложную картину дает анализ техногенных отклонений температурного режима в водохранилище, куда сбрасываются теплые воды ТЭС. На участке, непосредственно примыкающем к сбросному каналу, формируется область воздействия, где значимость данного техногенного фактора следует

рассматривать на зональном уровне  $\left( \frac{\Delta^{\circ}\text{Ct}}{\Delta^{\circ}\text{C}_{\text{техногенная}}} \approx 1 \right)$ , а с удалением от устья канала на 2,5 км и более, на внутризональном уровне.

Таким образом, предложенная здесь методика позволяет до некоторой степени формализовать оценку значимости природных и техногенных факторов для ПК как целого и упорядочить определение степени вовлечения в хозяйственный оборот различных природных компонентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вендров С. Л., Малик Л. К. Опыт определения влияния крупных водохранилищ на местный климат. — Изв. АН СССР, сер. геогр, 1969, № 4, с. 35—46.
2. Дьяконов К. Н. Влияние крупных равнинных водохранилищ на леса прибрежной зоны. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 127 с.
3. Дьяконов К. Н. Прогнозирование по аналогиям. — Вестник МГУ, сер. геогр. 1979, № 1, с. 39—47.
4. Казаков Л. К. Изучение нарушенности природных комплексов в сфере влияния тепловой электростанции. — В сб.: Современные проблемы и методы географических исследований МГУ. Материалы конференции. Март, 1976. Деп. в ВИНТИ от 28 июня 1978 г.
5. Казаков Л. К. Изменение в структуре ареалов воздействия тепловых электростанций. — Вестник МГУ, сер. геогр, 1977, № 4, с. 77—81.
6. Мильков Ф. Н., Гвоздецкий И. А. Физическая география СССР. М.: Географическая литература, 1966. 475 с.
7. Михайлов Н. И. Физико-географическое районирование. М.: МГУ, 1971, 87 с.
8. Ретеюм А. Ю., Дьяконов К. Н., Куницын Л. Ф. Взаимодействие техники с природой и геотехнические системы. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1972, № 4, с. 46—55.
9. Ретеюм А. Ю. Деятельность человека в организованной среде. — В сб.: Достижения и перспективы, вып. 2. М., 1978, с. 33—43.
10. Федина А. Е. Физико-географическое районирование. М.: МГУ, 1973. 196 с.

# **DETERMINATION OF THE IMPORTANCE OF THE NATURAL AND MAN-MADE FACTORS INFLUENCING NATURAL COMPLEXES**

**L. K. Kazakov**

## **S u m m a r y**

The article deals with some methodological questions of distinguishing a natural-technological complex as an independent system and of determining the most important factors of the natural environment responsible for the structure of natural complexes of definite ranks.

The methodology proposed in the article for the determination of the natural and man-made factors influencing a natural complex as a whole will make it possible to improve and formalize the estimations as to which extent the different components of a natural environment can be used for economic purposes.

## ПРИНЦИПЫ ЦИКЛИЧНОСТИ И КОМПЕНСАЦИОННОСТИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Б. М. Эккель

Московский государственный университет

Одним из важнейших принципов рационального природопользования является принцип цикличности и компенсационности антропогенных потоков [4]. Изменения природной среды, связанные с антропогенным фактором, часто обладают гораздо большей динамичностью, чем результаты спонтанного развития природных процессов. Важнейшее проявление влияния антропогенного фактора состоит в формировании общественного звена общего «круговорота» веществ на Земле и изменении природных потоков веществ. Одной из важнейших причин нарушения экологического равновесия является увеличение горизонтального одностороннего переноса вещества и энергии, приводящего к росту контрастов и в то же время к падению разнообразия природных комплексов, ускорению «круговоротов» веществ, возрастанию взаимозависимости отдаленных (во времени и пространстве) геосистем.

В природе нежелательно допускать ни чрезмерного антропогенного рассредоточения отдельных веществ (например, окислов железа), ни их чрезмерной концентрации (например, фосфора), причем особое значение это условие должно получить в отношении веществ и элементов, отличающихся повышенной технофильностью. Большинство антропогенных потоков, вводящих в район значительное количество какого-либо вещества, должно компенсироваться выводящими потоками и наоборот.

Примером компенсационных потоков является потребление продуктов сельского хозяйства в городах с переработкой фекалий на удобрения и внесением последних в сельскохозяйственные земли. Другая цепочка: производство черных металлов — их использование — должна в значительной мере вновь пройти через металлургический комбинат, преобразовав антропогенный поток по принципу природных круговоротов.

Компенсационные потоки могут сбалансировать не только антропогенные, но и ряд неблагоприятных природных процессов и явлений. В порядке улучшения природной среды, с помощью усиленных компенсационных потоков на некоторых территориях можно восстанавливать балансы отдельных веществ (например, известкование почв в противовес их выщелачиванию). Более того, ряд неблагоприятных для хозяйственного использования и жизни человека природных ландшафтов (например, пустыни) можно рассматривать как результат нарушения принципа компенсационности (превышение расходной части водного баланса над приходной) и предлагать мелиоративные мероприятия с позиций восстановления ландшафта, а не его преобразования.

Современный уровень применения принципа компенсационности в какой-то мере иллюстрирует таблица 1.

Таблица 1

Повторное использование материалов в % (ежегодное производство принимаем за 100%) \*

	США	СССР
медь	49,7	} $\approx 20^*$ $\approx 33^{**}$
свинец	49,6	
железо	31,2	
резина	26,2	25
бумага и картон	$\approx 19$	
алюминий	18,3	
стекло	4,7	
текстиль	4,3	

\* — по цветным металлам; \*\* — по стали.

К водным ресурсам также необходимо подходить с позиций принципа компенсационности. На некоторых предприятиях уже имеется опыт организации водоснабжения по типу замкнутого цикла. При этом достигается многократное сокращение водопотребления и уменьшаются неблагоприятные воздействия на природную среду. С точки зрения компенсационности потоков в новом свете может предстать проблема сверхдальней переброски воды для улучшения водоснабжения южной и центральной полосы Европейской части СССР (проекты переброски вод Печоры в Каму и Волгу и др.).

При прогрессивных способах водопотребления (переход на замкнутые и полужамкнутые схемы водоснабжения в производстве, тщательная очистка производственных и бытовых стоков, использование интенсивных «маловодных» видов орошения и

\* Составлено по данным Gorgczyca [3] и журнала «Коммунист» [5].

т. п.) нарушение водного баланса этих районов возможно в основном лишь из-за повышенного испарения в связи с массовым развитием поливного земледелия, увеличением площади «зеркала» водохранилищ и т. п. Так как основной воздушный влагоперенос для Европейской части СССР сориентирован с запада на восток, то простая<sup>1</sup> компенсационная переброска воды должна быть с востока на запад. Переброска воды с севера на юг будет связана с определенными изменениями в природной среде, часть которых в настоящее время мы не можем предвидеть. Интересно отметить, что в наиболее прогрессивных существующих вариантах вектор переброски имеет большую широтную составляющую, чем в основных разрабатываемых проектах.

Компенсационная, встречная по отношению к основному влагопереносу, переброска воды замедляет сброс пресной воды в Мировой океан, а, следовательно, увеличивает общие ресурсы пресной воды суши. Такое решение будет противостоять существующему экологически неоправданному явлению увеличения сброса пресных вод суши в Мировой океан в результате массового осушения болот, которое происходит в условиях роста потребностей в водных ресурсах [1].

Поддерживает проекты «встречной» переброски высказанное в устной форме мнение Т. В. Звонковой, что если наибольшие изменения природной среды наблюдаются при переброске стока рек из одной природной зоны в другую (меридиональная переброска), то следует обратить большее внимание на внутризональные переброски вод (как правило, идущие в широтном направлении).

Весьма плодотворна идея создания Единой системы водопользования страны. По аналогии с Единой энергосистемой СССР, в которой, в частности, должна использоваться разница в поясном времени различных районов страны и передача энергии производится в полосу с пиком потребления, циклически смещающуюся с востока на запад, предполагается передача воды на дальние расстояния для сглаживания, в первую очередь, резких сезонных и годичных колебаний водообеспеченности.

В перспективе большое практическое значение может приобрести увеличение скорости прохождения ресурсами циклов превращения (например, производство готовой продукции — использование продукции в народном хозяйстве и сфере потребления — утилизация использованной продукции в качестве сырья для производства; или — изъятие компонента природы в качестве ресурса — использование природного ресурса в

---

<sup>1</sup> В принципе возможна более сложная циклическая компенсационная схема переброски вод, включающая три и более звеньев. Основным требованием остается баланс водных ресурсов районов, близкий к естественному.

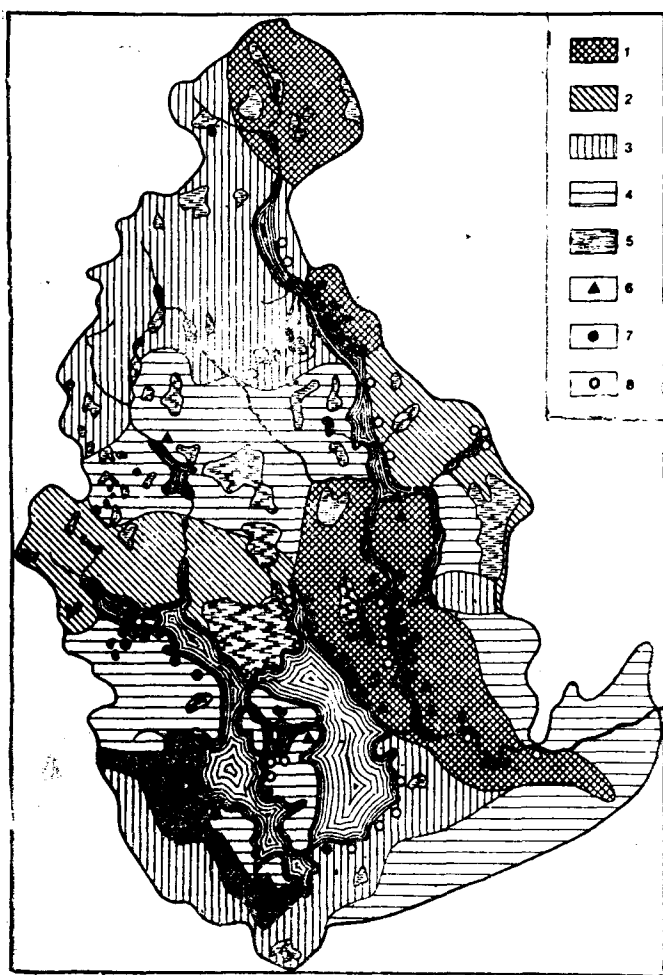


Рис. 1. Карта степени устойчивости природных комплексов Валдайско-Ужинского водосбора при рекреационной нагрузке (из работы: Лазукова Г. Г., Лопатина Е. Б. Устойчивость ландшафтов Валдая при их рекреационном использовании. — Вестник МГУ, серия V, география, 1978, № 3). 1 — катастрофически разрушающиеся ландшафты; 2 — малоустойчивые к разрушению ландшафты; 3 — среднеустойчивые к разрушению ландшафты; 4 — устойчивые ландшафты; 5 — заболоченные территории; 6 — организованные центры отдыха; 7 — многочисленные стоянки самодельных туристов с интенсивной степенью освоения территории; 8 — малочисленные стоянки самодельных туристов со слабой степенью освоения территории. Залитый сплошь контур — территория города.



производстве — возвращение его в природу). Например, возрастание в два раза скорости круговорота цикла превращения ресурса равносильно двойному увеличению объема ресурса. Проблема убыстрения круговоротов имеет особое значение для эффективного использования пресной воды. Рост скорости круговоротов пресной воды должен проводиться одновременно с ее более экономным и рациональным использованием. Резервы здесь еще очень велики.

Имеются опыты выращивания сельскохозяйственной продукции под пленкой, на нижней поверхности которой конденсируется испаряющаяся вода, чтобы многократно быть использованной в сельскохозяйственном производстве. При этом происходит как переход к полужамкнутым циклам водоснабжения, так и многократное убыстрение круговорота воды (в его элементарных формах) по сравнению с природными круговоротами.

В результате производственной деятельности в какой-то мере возрастает объем испаряемой воды, в частности, за счет повышения урожайности в засушливых районах при повышении доли продуктивного испарения и увеличении площади водохранилищ для регулирования стока. Эта тенденция сохранится и возможно окажется целесообразным ее усилить, искусственно увеличивая испарение во влагонизбыточных районах<sup>2</sup>. Увеличение влагосодержания воздушных масс одновременно с использованием дешевых и экологически безопасных методов искусственного стимулирования выпадения осадков может позволить увеличить объемы воды, перемещаемые в атмосфере в направлении основного влагопереноса, и многократно использовать воду на этом пути.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатьев А. М. Преобразование водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности. — Материалы XXIII Международного географического конгресса. Симпозиум «Международная гидрологическая программа». Л.: Гидрометеоиздат, 1976, с. 8—10.
2. Крылов М. М. Преобразование природы путем гидротермических мелиораций. — В кн.: Вопросы географии, № 28. М.: Государственное изд-во географической литературы, 1952, с. 114—130.
3. Охране окружающей среды — комплексный подход. — Коммунист, 1978, № 5, с. 101—106.
4. Родоман Б. Б. Узловые районы. — В кн.: Вопросы географии, № 88. — М.: Мысль, 1971, с. 97—118.
5. Górczysa M. Problemy gromadzenia, usuwania i utylizacji odpadków w Ziednoczonych. — Gospodarka planowa, 197b, Nb, c. 361—365.

<sup>2</sup> Известен, например, проект М. М. Крылова о переброске воды с запада на восток с помощью посадки деревьев, интенсивно транспирирующих влагу [2].

# PRINCIPLES OF CYCLICAL AND COMPENSATORY USE OF WATER RESOURCES

**B. M. Ekkel**

## Summary

The article analyses different variants of a plan for reversing the course of certain northern rivers to the south on the territory of the European part of the U.S.S.R. by applying principles of cyclical and compensatory use of their water reserves. It is shown that from the point of view of the rational exploitation of the natural resources priority should be given to the variants based on the reversal of the waterflow of rivers.

The author considers the possibilities of increasing and rationalizing the use of fresh water resources by raising the amounts and rate of their circulation. This can be achieved by lengthening the continental links in the circulation of water and by stepping up its natural and man-made cycles.

## **ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ — ИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**В. Н. Калуцков**

Московский государственный университет

В течение трех лет нами проводились работы по изучению загрязнения природной среды заводом черной металлургии. В сфере воздействия завода преобладают два типа ландшафтов: низменные озерно-ледниковые аккумулятивные равнины с сосновыми лесами на подзолистых почвах в сочетании с крупными верховыми болотами и возвышенные ледниковые и озерно-ледниковые цокольные равнины с еловыми и елово-осиновыми лесами на дерново-подзолистых почвах. Значительные площади занимают сельскохозяйственные угодья.

При полевых работах основное внимание уделялось проблеме пространственного распределения продуктов выброса и их влияния на компоненты природных территориальных комплексов. Был рассмотрен ряд природных индикаторов процесса загрязнения, произведена их достоверная оценка, то есть проанализированы другие факторы, помимо загрязнения, способные изменять их состояние и химический состав. Среди природных вод изучалось изменение химического состава снеговых вод, атмосферных осадков, почвенных (лизиметрических) вод. Работы велись по двум направлениям: изучение техногенной геохимической среды (по отклонению показателя рН) и изучение загрязнения природной среды основным элементом выброса — железом. Во втором случае особый интерес представлял анализ миграции растворимых физиологически активных соединений железа.

Снежный покров является хорошим аккумулятором атмосферных выпадений. Значение рН снега (снеговых вод) является интегральной величиной, отражающей соотношения поступления катионов и анионов. Основные значения рН снега колеблются от 5,5 до 6 единиц, площадь территории, где значение рН больше 6, составляет в среднем 5000 км<sup>2</sup>. Средний радиус этой сферы влияния завода — 40 км. Она представляет собой

эллипс, вытянутый в северо-восточном и юго-западном направлениях. Сильно щелочная реакция ( $\text{pH} > 8,5$ ) наблюдается на территории 16 км<sup>2</sup>. Общая щелочная реакция снега в сфере влияния завода определяется большим количеством катионов кальция и магния, содержащихся в выбрасываемой заводом пыли.

Известно, что в пылевых выбросах завода содержится в среднем 40% железа и его соединений. Однако, как показывают полученные нами результаты анализов, растворимые соединения железа составляют всего лишь 10<sup>-2</sup>% от общего количества выпадающей пыли, причем фоновые поступления всего на 0,5 порядка меньше, чем выпадения на территории завода. Линии равного поступления железа, также как линии равных значений pH, ориентированы в субмеридиональном направлении, что связано с ветровым режимом территории.

Такие природные факторы, как рельеф и растительность, играют большую роль в перераспределении продуктов выброса. На наветренных по отношению к заводу склонах поступление растворимых соединений железа в среднем в 2 раза больше, чем на равноудаленных выравненных участках. В пробах снега, взятых под пологом соснового леса на расстоянии от 4 до 10 км от завода, отмечается увеличение концентрации железа в среднем в 1,6 раза против равноудаленных точек, заложенных на полянах. По-видимому, растворимые формы железа образуются при жизнедеятельности леса и содержатся в его выделениях.

Изучение загрязнения дождевых вод выбросами завода черной металлургии дало принципиально те же результаты, что и изучение снеговых вод. Величины pH дождевых вод на территории завода доходили до значения 10,2, при среднем значении 8—8,5. Только на расстоянии 4,0 км от центра завода pH уменьшается до 7,0. Таким образом, и по этому показателю наличие сильное подщелачивание атмосферных осадков выбросами завода. Содержание растворимых соединений железа в дождевых осадках, как и в снеге, невелико. Образцы, отобранные в 6 км от источника выбросов, содержат лишь в 3 раза больше растворимого железа, чем фоновые (70 км от завода).

Изучение загрязнения почвенных (лизиметрических) вод производилось только для низменного озерно-ледникового ландшафта. Для этой цели более 100 лизиметров были заложены под верхним аккумулятивно-элювиальным ( $A_1A_2$ ) почвенным горизонтом в пределах двух природных территориальных комплексов: вершин песчаных грив (невысоких холмов) и межгрядистых понижений. Анализ химического состава лизиметрических вод позволяет судить о способности почвенного покрова к самоочищению от продуктов техногенеза. Этот показатель хорошо отражает фациальные различия в устойчивости почв.

Для фаций вершин песчаных грив со слабоподзолистыми почвами под сосняками — зеленомошниками характерно значительное повышение значений рН почвенных вод на 1,5—2 при приближении к источнику выбросов: на расстоянии 10 км рН лизиметрических вод колеблется от 4,8 до 5,5, а на расстоянии 4 км от завода возрастает до значений 6,7—7,5.

Для фаций межгривных понижений наблюдается неустойчивая картина пространственного распределения рН, что связано, по-видимому, с большой мозаичностью почвенно-растительного покрова по понижениям.

Концентрации растворимых соединений железа в лизиметрических водах как грив, так и межгривных понижений не обнаруживают тенденции к увеличению при приближении к заводу. Налицо лишь фациальные различия: некоторое увеличение концентраций железа в почвенных водах межгривных понижений по сравнению с близлежащими гривами. Последнее позволяет судить о невысоком уровне загрязнения почв растворимыми соединениями железа и о большей роли природных факторов в их распределении.

Таким образом, изучение химического состава природных вод позволяет определить специфические черты техногенной геохимической среды и судьбу основных выбрасываемых химических элементов.

Высокие значения рН снеговых, дождевых и почвенных (лизиметрических) вод свидетельствуют о формировании щелочной, преимущественно слабощелочной, геохимической среды в сфере воздействия завода черной металлургии.

Основной типоморфный элемент выбросов — железо — поступает в природу и мигрирует в основном в виде нерастворимых соединений.

## NATURAL WATERS SERVING AS INDICATORS OF THE POLLUTION CAUSED BY THE METALLURGICAL INDUSTRY

V. N. Kalutskov

### Summary

Pollution of the natural environment with wastes discharged by metal working enterprises can be indicated by snow-, rain- and ground waters. Special attention is paid by the author to the analysis of the man-made geochemical changes in areas influenced by iron-working plants, the migration of the chief elements in the waste, and the role of natural factors in forming the chemical composition of each natural indicator.

## **ОПЫТ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПУНКТОВ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**

**В. И. Форафонтова, Ф. С. Авилова**

Московский государственный университет

Географическое изучение техногенных изменений природной среды предполагает исследование характера и интенсивности хозяйственных воздействий, устойчивости природных явлений и их комплексов к определенным техногенным нагрузкам и ответных реакций геосистем, трансформаций их структур.

Для систематического отображения техногенных трансформаций геосистем необходимо создание серии карт, последовательно, поэтапно раскрывающих процесс взаимодействия природы и производства. Среди них особое место занимают карты оценки хозяйственного воздействия на природную среду. Они показывают размещение техногенной нагрузки на природные комплексы. Их создание требует разработки специальных методик и способов картографического отображения. Прогнозные карты данной группы должны отражать динамику интенсивности и характера воздействий.

Наряду с общими прогнозными картами хозяйственного воздействия на природные комплексы, возникает необходимость в составлении частных прогнозных карт воздействия на отдельные компоненты природной среды. Разработка подобных карт, наряду с ресурсными картами, является этапом, предшествующим прогнозированию изменений природных ресурсов и созданию на его основе соответствующей карты.

При разработке карт этой группы необходимо решение следующих методических вопросов:

1. Определение основных функциональных направлений и видов техногенных воздействий.
2. Их качественная характеристика и параметризация.
3. Прогнозирование интенсивности и направления хозяйственного воздействия.

К таким картам относится карта, составленная в экспедиции по территориальной организации промышленности Геогра-

фического факультета МГУ, отражающая оценку воздействия промышленных пунктов на водные ресурсы КМА.

Основная ее задача состоит в отражении:

- 1) функциональных направлений техногенного воздействия промышленных пунктов на водные ресурсы;
- 2) интенсивности и характера их воздействия;
- 3) современного и прогнозируемого их уровня;
- 4) наложения прогнозируемого воздействия на современное состояние водных ресурсов.

Созданию этой карты предшествовало составление карты ресурсного типа «Оценка водообеспеченности КМА», на которой приведена количественная характеристика подземных и поверхностных водных ресурсов и выделены водохозяйственные районы с разным современным уровнем водообеспеченности и нарушенности водного режима.

Качественное состояние поверхностных вод по степени их загрязненности показано на второй карте. Оно совмещено с информацией о характере и интенсивности воздействия и его последствиях для качественного состояния рек. Это позволяет выявить современный уровень взаимозависимости между ними. Такие сведения можно использовать при прогнозировании качественного состояния поверхностных вод.

Объектами картографирования служат промышленные пункты, являющиеся территориально локализованными местами взаимодействия производства с природной средой.

Для характеристики воздействия промышленных пунктов на водные ресурсы были выбраны два основных функциональных направления воздействия, имеющие наибольшее значение для состояния водных ресурсов: 1) использование водных ресурсов (водопотребление); 2) сброс сточных вод в водоемы (водоотведение).

Интенсивность воздействия должна быть измерена определенным параметром, в качестве которого принят объем водопотребления и водоотведения. Значение показателя интенсивности в каждом данном промышленном пункте зависит от вида и мощности водопользователей. Поэтому целесообразно показать на карте отраслевую структуру водопотребления и водоотведения, которая определяет в целом характер водопользования в каждом пункте: выбор источников водоснабжения (поверхностного, подземного или оборотного); объемы водопотребления и водоотведения, состав и степень очистки сточных вод.

Современное водопользование территории КМА охарактеризовано на карте с помощью следующих параметров: водопотребление — объем потребляемой воды, в том числе свежей (подземной, поверхности) и оборотной; водоотведение — объем всех стоков, в том числе условно — чистых, нормативно очи-

шенных, недостаточно очищенных, сбрасываемых без очистки; отраслевая структура водопользования.

Характеристика перспективного водопользования ограничена меньшим количеством показателей: объемом водопотребления и водоотведения, которые были определены расчетным путем на основе данных о производстве продукции по видам и численности населения на прогнозируемый уровень и перспективных удельных нормативов, разработанных ВНИИВОДГЕО [1].

Прогнозирование других характеристик водопользования было затруднено недостатком исходных материалов.

Таким образом, на карте получили отражение водопотребление и водоотведение на 1977 г. и расчетные прогнозные показатели на 1990 год. Объем водопотребления и водоотведения в тыс. м<sup>3</sup>/сут. показан в виде ступенчатой шкалы. При этом, во избежание слияния линий перспективного и современного состояния (в случае их совпадения по объему), они даны с некоторым интервалом в одной и той же ступени.

Сплошная линия отражает современное состояние; пунктирная — перспективное.

В условном знаке отражено (секторами круга для современного состояния и секторами кольца — для перспективного) водопотребление и водоотведение: хозяйственно-бытовое и производственное, которое, в свою очередь, делится по отраслям промышленности.

Кроме того, по ободку круга (только для 1977 г.) цветными линиями показано обратное, подземное и поверхностное водопотребление, а также водоотведение: условно-чистых, нормативно-очищенных, недостаточно очищенных вод и вод, отводимых с предприятий без очистки. С левой стороны круга цифрой даны безвозвратные потери.

Из сказанного видно, что примененный нами условный знак несет большую смысловую нагрузку, и в то же время является довольно компактным, легко читаемым.

Качественное состояние поверхностных вод отображено на карте цветными линиями вдоль рек. По степени загрязнения они подразделены на чистые, малозагрязненные, загрязненные, очень грязные. По левому берегу дан показатель кислородного режима (БПК<sub>5</sub>), по правому — содержание специфических примесей. По створам показаны вещества, концентрации которых превышают ПДК, все они обозначены химическими символами, кроме нефтепродуктов, условно обозначенных треугольником. Участки рек со створами, перекрытые кругами условного знака водопотребления и водоотведения, вынуждены были поднять тонкими линиями и показать загрязняющие вещества. Если позволяли размеры круга, то вещества, концентрации которых превышают ПДК, показывались внутри круга, с возможным



приближением к створу, но так, чтобы читаемость карты оставалась хорошей.

Описанный нами опыт картографирования водопользования может быть усовершенствован. Так, можно и в перспективе дать водопотребление из поверхностных и подземных источников, а также отразить чистоту стоков. Можно дать объем водопотребления не в условной ступенчатой шкале, а в шкале, изменяющейся по закону геометрической прогрессии. Такая шкала даст возможность наглядно сравнить промышленные пункты, различающиеся по водопотреблению на несколько порядков (от десятков тысяч до миллионов м<sup>3</sup>/сутки). Это обогатит содержание карты и повысит ее точность.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. СЭВ, ВНИИВОДГЕО. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. М.: Стройиздат, 1978. 589 с.

## **COMPILATION OF A MAP INDICATING THE INFLUENCE OF INDUSTRIAL ENTERPRISES ON WATER RESOURCES**

**V. I. Forafontova, F. S. Avilova**

### **Summary**

The article gives a detailed description of a method for the compilation of a map allowing to determine the influence of industrial enterprises on the separate components of the natural environment (in the given case on its water reserves). The tasks to be tackled and the methodological questions to be solved in the process of drawing up the maps are pointed out. Their role in the prognostication of the man-made transformations of geosystems is discussed.

## **О НОРМИРОВАНИИ ДОПУСТИМОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД**

**А. Э. Саава**

Таллинский политехнический институт

Проблема охраны вод является комплексной, в ее решении принимают участие специалисты самых различных областей знания. Естественно, что разные специалисты имеют свои подходы к разработке этой проблемы и свои принципы и критерии регламентации допустимого загрязнения окружающей среды. Полный переход на безотходную технологию — дело будущего. Однако уже сейчас делаются первые шаги в этом направлении. Вполне понятно, что при государственном решении такого важнейшего дела, каким является охрана чистоты вод, требуется объединение имеющихся подходов с установлением приоритета отдельных критериев и принципов. Если рассматривать это положение в научном плане, то это будет системным подходом к нормированию качества вод, который и должен служить основой разработки комплексных проблем.

Основные принципы и критерии регламентации допустимого загрязнения вод включают: 1) природоохранные, которые не допускают никаких загрязнений и изменений в качестве вод; состав и свойства воды должны соответствовать естественному состоянию; 2) технологические (технические), которые исходят из технологических возможностей; по отраслям промышленности поэтапно устанавливают требования к составу и степени очистки стоков, не учитывая их возможное неблагоприятное действие на водные объекты; 3) экономические, которые оценивают допустимость загрязнения по величине наносимого ущерба на основании анализа зависимостей «стоимость — ущерб (выгода)» или «стоимость — риск (реальная опасность)»; 4) экологические, которые принимают за основу общее-биологическое действие загрязнений как на организм человека, так и на экосистему вод в целом; 5) санитарно-гигиенические, целью которых являются предотвращение вредного воздействия

загрязнения на организм человека и обеспечение оптимальных санитарных условий водопользования [2, 9].

Существует еще ряд специализированных принципов и критериев регламентации допустимого уровня загрязнения вод, основанных на учете различных ведомственных интересов (промышленные, сельскохозяйственные, рыбохозяйственные и др.).

Для нашей страны, где охрана здоровья и благополучия человека является основной заботой Партии и Правительства, единственно правильным является такой подход, при котором устанавливаемые пределы допустимого воздействия загрязнения воды обеспечивают защиту населения от возможного неблагоприятного действия на его здоровье и условия жизни, т. е. санитарно-гигиенический.

Приоритет советских гигиенистов в научном обосновании концепции гигиенического нормирования качества воды признан во всем мире. Разработана и в последние годы усовершенствована для выявления отдаленных последствий методика установления предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воде. На основе результатов санитарно-гигиенического изучения источников загрязнения водоемов и питьевых вод, существующего санитарного состояния водных объектов, гигиенической оценки эффективности различных водоохраных мероприятий разработан ряд законодательных документов [1, 4, 5, 6]. К настоящему времени установлены ПДК всего лишь более, чем для 800 химических веществ в воде водоемов санитарно-бытового водопользования. Однако осталось около двух тысяч заявок, по которым разработка ПДК не могла быть полностью проведена в силу крайней ограниченности научной базы, а также по причине совершенно недостаточной информации о веществах, подлежащих изучению. Следует также отметить, что отставание разработки аналитических методов определения вредных веществ в воде ограничивает практическое использование установленных ПДК. Так, из общего количества утвержденных ПДК аналитические методы имеются только менее, чем для 25% веществ.

ПДК — это такое предельное содержание вредного вещества в воде, которое не вызывает прямых или косвенных неблагоприятных влияний на организм человека и его потомство, не ухудшает санитарно-бытовых условий его жизни и не нарушает хода процессов самоочищения воды. Таким образом, основным теоретическим основанием гигиенического нормирования служит принцип порогости действия химических веществ. Однако этот принцип вызывает некоторые возражения: 1) пороги условны, так как они определяются чувствительностью используемого метода и должны постепенно приближаться к нулю по мере совершенствования аналитических методов регистрации ответных реакций; 2) индивидуальный порог действия, экспе-

риментально устанавливаемый для отдельных особей, при переходе от уровня организма к популяционному в силу статистической вариабельности чувствительности индивидуумов будет снижаться обратно пропорционально размеру популяции; 3) не существует порога канцерогенного действия ионизирующей радиации и химических канцерогенов; чем меньше доза, тем меньше вероятность появления эффекта.

Таким образом, для решения вопроса, какой уровень воздействия является безопасным, целесообразнее решить вопрос: каков приемлемый уровень опасности (т. е. какова реальная опасность) при том или ином уровне загрязнения. Концепция пороговости заменена здесь концепцией оценки реальной опасности. При таком подходе основанием для установления допустимого уровня загрязнения служат зависимости «доза-эффект», «время действия — эффект» и «доза — время действия — эффект».

Действующим водно-санитарным законодательством установлены нормативы качества воды дифференцированно для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования в пунктах прямого водопользования [5]. При этом ПДК вредных веществ являются одинаковыми как для питьевых вод, так и для вод, предназначенных для других видов санитарного водопользования. Для рыбохозяйственных водоемов разработаны свои нормативы и ПДК [5]. До настоящего времени не существует требований к качеству воды, используемой для орошения и дождевания сельскохозяйственных культур, в том числе овощей, фруктов, ягод и пр., которые часто употребляются населением в сыром виде. В литературе приводятся данные о сравнительно длительных сроках выживаемости некоторых патогенных бактерий на орошаемых культурах, а также о случаях заражения через пищевые продукты, полученные с орошаемых полей. Вода может повлиять также на формирование качества продуктов (химические примеси). Все это требует срочной разработки соответствующих нормативов качества воды, используемой для орошения.

Нельзя забывать о воздействии на организм человека пищевых продуктов, для которых вода является основой обитания. Здесь следует иметь в виду бактериальные и вирусные инфекции, гельминтозы, бактериальные интоксикации, паразитарные заболевания, интоксикации из-за аккумулированных в продуктах питания вредных веществ и биотоксинов, токсикодинамические и аллергические реакции организма, а также отдаленные последствия. В этой связи водные экосистемы как потенциальный источник пищевых ресурсов имеют непосредственную связь с охраной здоровья населения и требуют защиты. В воде должны полно осуществляться процессы самоочищения, достаточно, но не чрезмерно интенсивно протекать

процессы первичного продуцирования, которые непосредственно включались бы в пищевую цепь. Если какое-то звено в этой цепи выпадает, например, в результате загрязнения воды, то изменяются все соотношения биологических процессов и водный объект перестает удовлетворять требованиям человека.

При таком комплексном подходе к охране вод интересы гигиенистов и экологов объединяются и возникает вопрос о едином эколого-гигиеническом нормировании качества воды [3, 7, 8].

При эколого-гигиеническом нормировании вредных веществ следует рассматривать водную среду в целом, т. е. со всеми звеньями, ее составляющими, а не только одну воду. Необходим учет таких показателей, как способность веществ к трансформации и возможность образования более токсичных продуктов, способность к накоплению в разных объектах водной среды, степень выраженности кумулятивных свойств, объем производства вещества и характер его рассеивания, степень контакта с населением, способность ухудшать санитарно-бытовые условия водопользования и пр. Учет этих показателей важен при составлении списков основных веществ, которые необходимо нормировать в первую очередь.

Эколого-гигиенические нормативы следует разработать дифференцированно для разных видов водных объектов (реки, озера, моря, каналы и пр.) и для разных районов страны. Это не исключает возможности применения некоторых из них в общегосударственном и международном масштабах. Однако дифференцированные нормативы более адекватно отражают специфику местных условий (различия в температурном, гидрологическом, гидрохимическом, гидробиологическом режимах, содержание специфических загрязняющих веществ естественного и искусственного происхождения и пр.), которая определяет особенности формирования качества воды, а также условия водопотребления. При их применении можно более надежно решить также вопросы охраны вод.

Нормативы следует разрабатывать дифференцированно и по видам водопользования. Применение установленных для питьевых вод ПДК вредных веществ к объектам водной рекреации во многих случаях чрезмерно строгое и приводит к резкому увеличению экономических затрат на водоохранные мероприятия. При купании и остальных видах водной рекреации только ничтожное количество воды поступает в организм. Критическими являются здесь прямое действие веществ на кожу и на слизистые оболочки глаз, абсорбция через кожу и пр. Особое значение приобретает влияние веществ на микрофлору воды. Исходя из возможного опасного воздействия на здоровье населения при рекреации, представляется целесообразным установить критерии качества воды по двум различным видам

рекреационного водопользования [7], а именно: 1) виды, при которых имеется длительный непосредственный контакт с водой (купание и пр.) и 2) виды косвенного или случайного кратковременного контакта с водой (катание на лодках и байдарках, парусный спорт и пр.).

Как показывают результаты изучения загрязнения вод, наблюдается большая вариабельность концентраций загрязняющих веществ в воде в данном створе во времени. Характер распределения этих концентраций подчиняется определенному закону: уровни максимальных концентраций оказываются тем ниже, чем больше вероятность их появления. Кумулятивные кривые распределения концентраций на вероятностной сетке выпрямляются, имея разные углы наклона в зависимости от конкретных условий. Следовательно, при обосновании нормативов качества воды, а также при оценке фактического загрязнения водных объектов необходимо учитывать не только абсолютную величину показателей, но и вероятность их повторения или степень осреднения по времени. Это приводит к необходимости разработки вероятностных нормативов качества воды, т. е. нормативов с указанием допустимой продолжительности, что возможно лишь на основе установления количественных зависимостей «концентрация — время — эффект» при интермиттирующем воздействии различных концентраций.

Вероятностный подход нормирования качества воды и оценки фактического ее загрязнения, несомненно, является шагом вперед по сравнению с проводимой в настоящее время оценкой загрязнения, базирующейся лишь на кратности превышения установленных нормативов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вода питьевая. ГОСТ 2874-73. М.: изд. стандартов, 1973. 8 с.
2. Красовский Г. Н., Сутокская И. В. О критериях определения допустимой нагрузки загрязнения на окружающую среду. — Экспресс-информация ВНИИТИ. Гигиена окружающей среды. 1977, М., № 10, с. 1—25.
3. Красовский Г. Н. и др. К вопросу о едином эколого-гигиеническом нормировании биогенных элементов в воде водоемов. — Мат. VI Всесоюзн. симп. по соврем. проблемам самоочищения водоемов и регулирования качества воды. II секция, часть 2. Таллин, 1979, с. 22—24.
4. Правила выбора и оценка качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. ГОСТ 17.1.3.03-77. М.: изд. стандартов, 1977. 12 с.
5. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. № 1166-74. М., 1975. 38 с.
6. Правила санитарной охраны прибрежных вод морей. № 1210-74, М., 1975. 46 с.
7. Саава А. Э. Современное состояние и перспективы развития санитарно-гигиенических аспектов качества воды. — Мат. VI Всесоюзн. симп. по соврем. проблемам самоочищения водоемов и регулирования качества воды. II секция, часть 2, Таллин, 1979, 3—11.

8. Эльпинер Л. И. Циркуляция токсических веществ в окружающей среде и проблема нормирования их содержания в воде водоемов. — Мат. VI Всесоюзн. симп. по соврем. проблемам самоочищения водоемов и регулирования качества воды. II секция, часть 2. Таллин, 1979, 25—27.
9. Principles for developing coastal water quality criteria. Reports and Studies GESAMP, Nr. 5. Rome, 1976. 23 p.

## REGULATION OF THE PERMISSIBLE WATER POLLUTION LEVEL

A. E. Saava

### Summary

The present paper gives a short survey of different principles and criteria for the regulation of the permissible water pollution level. The question of the necessity of a common ecologico-hygienic approach to water quality standardization is raised. The author recommends elaborating differential standards for different types of water bodies and also for different regions, taking into account the local conditions. In estimating the actual water pollution level not only the absolute abundance of the pollutants, but also the probability of their occurrence should be taken into consideration.

## ВОДОЕМЫ И ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ ЧЕЛОВЕКА

А. Г. Воронов

Московский государственный университет

Роль внутренних водоемов в распространении инфекционных заболеваний различна. В них могут большее или меньшее время сохраняться возбудители болезней; в них могут существовать переносчики возбудителей болезней; в определенных стадиях развития в них обитают промежуточные хозяева возбудителей некоторых болезней.

Длительность и возможность существования в воде возбудителей различных болезней человека находится в зависимости от особенностей водоема: его солености, pH, температурного режима, содержания органических веществ, степени и характера загрязнения, содержания кислорода.

К числу микроорганизмов, могущих проводить некоторое время в воде, относятся возбудители ряда болезней пищеварительного тракта, а также туляремии, бруцеллеза, лептоспирозов и некоторых других.

Заражение через воду осуществляется при купании, умывании и стирке, при питье воды, при ее использовании для хозяйственных нужд. Образ жизни и социальные условия играют большую роль в возникновении заражения.

Возбудитель амёбной дизентерии существует в воде в виде цист до 8 месяцев и не гибнет при обычных дозах хлора, применяемых для обеззараживания воды [2].

Эпидемия холеры в г. Гамбурге (1842 г.) была связана с проникновением возбудителя в водопровод из нефилтрованной воды р. Эльбы; ежедневно заболевали свыше 1000 человек. В г. Альтоне, почти слившемся с Гамбургом, но имевшем собственный водопровод, были отмечены лишь единичные случаи.

В г. Петрограде в 1908—1909 гг. возбудитель холеры был выделен из неводской воды, применявшейся для питья; в 1918 г., когда временно прекратилось хлорирование воды в р. Неве, также выделяли возбудителя из воды.



В Малайзии в эпидемиологии холеры принимают участие водные беспозвоночные (моллюски, ракообразные), употребляемые населением в пищу в сыром или слабо проваренном виде [3].

Холерные вибрионы могут выживать в проточной речной воде 3—5 дней, в морской — до 47 дней; возбудитель брюшного тифа в речной воде — обычно до 2 недель, редко до 6 недель.

Для пребывания в воде патогенных лептоспир наиболее благоприятно значение рН 7,0—7,4, повышенное содержание органических веществ. Сроки выживания в речной, прудовой и озерной воде при рН 7,5—8,25 — 5—10 дней, при рН 6,7—7,0 в болотной — 3—5 дней, в речной иногда до 17 дней и в водопроводной до 9.

Возбудитель желтушного лептоспироза может жить в стерильной воде до 16 дней, в воде колодцев — до 7.

Он может существовать в чистых поверхностных водах 22 дня, в водах, загрязненных илом, — 7 дней, в иле — 5 дней.

Патогенные лептоспиры более чувствительны, чем сапрофитные к присутствию других видов бактерий.

В воде, загрязненной фекалиями человека, они выживают не более 18 ч., в морской воде — 18—20 ч.

На Яве, где рН водоемов равна 5,0—6,0, люди не болеют лептоспирозом, а на Суматре, где рН равна 7,4 и более — часто болеют (1).

У переносчиков различных инфекционных болезней яйца, личинки и куколки многих видов развиваются в воде. Это прежде всего комары — переносчики малярии, комариных энцефалитов, лихорадки Денге, желтой лихорадки, вухерериоза, бруггиоза и некоторых других болезней, и мошки, переносящие онхоцеркоз.

Для этих насекомых огромную роль играют температура воды, скорость течения, химизм водоема, характер развития растительности, наличие взвесей. При этом даже различные виды одного рода, например, малярийного комара *Anopheles*, а еще в большей степени — виды различных родов, способные к переносу возбудителей какой-либо болезни, могут заменять друг друга в водоемах различного характера.

Так, малярийные комары группы *A. maculipennis* имеют личинок, выплывающих в неглубоких, хорошо прогреваемых солнцем стоячих или слабо проточных водоемах с чистой водой и хорошо развитой погруженной водной растительностью. Из различных групп водной растительности, выделенных В. Н. Беклемишевым [4], наиболее благоприятными для них оказываются элодеиды, амфибиды и планктические лемниды, в то время, как нимфенды, нейстические лемниды и гигантолинсиды создают значительно менее благоприятные условия.

Так, в комьях нитчатки (планктическая лемница) может создаваться концентрация личинок до 2746 на 1 кв. м, в сообществах полевицы побегоносной (амфибида) — до 2855 на 1 кв. м, в сообществах элодеид — до 750 на 1 кв. м, а под нимфеидами с их широкими, затеняющими воду листьями — от 0 до 2 на 1 кв. м, в сообществах гигантолинеид комары не выплаживаются, кроме опушек и «окон» с подводными растениями среди этих сообществ. Анофельная продукция, то есть количество комаров, выплаживающихся за сутки с 1 кв. м, в р. Урал близ Магнитогорска равна в среднем 1 комару, что соответствует 1 млн на 1 га за сезон в 100 дней, при этом элодеиды и планктические лемниды дают около 2 комаров, а нимфеиды и гигантолинеиды — 0,1 комара в сутки, то есть в 20 раз меньше.

Другие виды того же рода характеризуются личинками с иными экологическими особенностями. Так, личинки *A. bifurcatus* холодолюбивы и обитают в родниковых водоемах при оптимуме 14—16°. Личинки *A. superpictus* хорошо развиваются в горных реках, на участках с отложениями грубых наносов, обычно без высших растений, иногда — со скоплениями нитчаток. Личинки этого вида реофильны, но могут обитать и в стоячей воде рисовых полей, орошаемых родниково-речной водой, в копанках с грунтовым питанием. В противоположность этому виду, личинки *A. pulcherrimus* очень термофильны с оптимумом при 30° и максимумом 35° и более.

Личинки *A. plumbeus* живут в дуплах в воде, очень богатой органическими веществами, нередко коричневой. Их число может достигать 8303 на 1 л.

В Южной и Центральной Америке личинки многих малярийных комаров выплаживаются в заполненных водой «цистернах», образуемых розетками листьев эпифитов из сем. бромелиевых. Для видов *A. cruzi* и *A. bellator* эти розетки с дождевой водой — единственные места выплода личинок.

Из двух особенно характерных для африканских саванн видов *A. gambiae* развивается в любых скоплениях воды — в лужах, заполненных водой углублениях от копыт животных. Личинки некоторых подвидов, например *A. gambiae melas*, могут развиваться в солоноватоводных лагунах, в болотах среди мангровой растительности, в прибрежных лужах, в полосе заплеска соленых вод океана. Личинки *A. funestus* выплаживаются в чистых проточных пресных водах, умеренно затененных растительностью. Поэтому личинки первого вида развиваются преимущественно во влажный период года, когда любые углубления почвы саванн заполняются водой, личинки же второго вида — в сухой период, когда реки входят в берега, образуя заводи с чистой водой и небыстрым течением.

Необычайной выносливостью обладают личинки *Culex fatigans*: они выплаживаются в водоемах, в которых вымачи-

вают шкуры животных, в сточных водах сахарных заводов; обитают они и в водоемах, в которых совершаются ритуальные омовения.

Виды *Aedes polynesiensis*, *A. upolensis* могут обитать в пустых кокосовых орехах, заполненных дождевой водой.

Весьма реофильны личинки мошек рода *Simulium*. Они существуют при высокой насыщенности воды кислородом, высоких скоростях течения рек, наличии мест для прикрепления личинок не глубже 15 см от поверхности (у *S. peavei* личинки первых стадий развития живут свободно, а зрелые прикрепляются к панцирям крабов) и достаточном количестве пищи — микроскопических водорослей и органических остатков.

Выплаживающиеся мошки разлетаются в поисках прокормителя. По мере удаления от водоема их численность быстро падает и на расстоянии 15—20 км от реки обычно уже отсутствуют большие онхоцеркозом, переносчиком которого мошки являются.

Значительное число возбудителей болезней имеет в водоемах промежуточных хозяев. Заражение человека может наступить при поедании зараженных водных животных — рыбы, раков, крабов, при проглатывании с водой промежуточных хозяев — рачков-циклопов, при купании, религиозном омовении и проч.

К числу таких болезней относится филяриатоз-дракункулез, промежуточным хозяином микрофилярий являются рачки-циклопы; кроме человека болеют и собаки, иногда — обезьяны. Очагами являются стоячие водоемы — преимущественно пруды, служащие местом купания, религиозного омовения, источником питьевой воды, потребляемой непосредственно из водоема или разносимой водоносами.

Из ленточных червей проходит личиночные стадии развития в обитателях пресных водоемов самый крупный паразит человека — лентец широкий. Его личинка развивается сначала в циклопах, а затем в рыбах, которые циклопов заглатывают. Человек заболевает при употреблении в пищу недостаточно термически и химически обработанной рыбы и рыбных продуктов, например, малосольной икры щуки.

Наиболее широк круг сосальщиков, связанных в развитии с обитателями внутренних водоемов. Среди них — возбудители болезней, весьма широко распространенных по земному шару: описторхоза, шистосомозов, а также парагонимоза, фасциоза и ряда других.

Кошачья двуустка, вызывающая описторхоз, сначала развивается в моллюске битинии *Bythinia leachi*, а затем в рыбах семейства карповых. Человек заражается при поедании инвазированной рыбы. Многие водоемы Советского Союза и других стран мира представляют очаги этого заболевания. Одним из

крупнейших очагов является бассейн Оби и Иртыша. Распространению болезни способствуют некоторые бытовые обычаи: поедание так называемой строганины — сырой мороженой рыбы, рыбы сивогого (слабого) засола и др. Кроме человека описторхозом болеют рыбацкие хищники-млекопитающие, которые также служат источником заражения водоемов.

В субтропических и тропических странах широко распространены три вида шистосомоза: кишечный, мочеполовой и японский, личинки возбудителей которых развиваются в некоторых видах пресноводных моллюсков. По отношению к этим болезням в настоящее время разработаны методы прогноза возможности возникновения очагов в связи с природными (особенности водоемов) и социальными факторами. На земном шаре десятки миллионов человек страдают от шистосом. Значительно менее распространены парагонимоз с личинками, развивающимися в субтропических и тропических водоемах сначала в моллюсках, затем — в крабах и раках; фасциоз, которым болеют животные, в том числе домашний скот, с личинкой, развивающейся в моллюсках.

Сказанным не исчерпывается все многообразие болезней, жизнь возбудителей которых связана с водоемами и их обитателями. Мы стремились показать, что формы связей инфекционная болезнь — вода разнообразны и многоплановы. Борьба с многими из перечисленных болезней может осуществляться или путем профилактики, или изменением свойств водоема, или борьбой с переносчиками и промежуточными хозяевами возбудителя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев В. В., Карасева Е. В. Природная очаговость лептоспирозов. М.: Медгиз, 1961. 290 с.
2. Кассирский И. А., Плотников Н. Н. Болезни жарких стран. Изд. 2. М.: Медицина, 1964. 356 с.
3. Коробкова Е. И. Микробиология и эпидемиология холеры. М.: Медгиз, 1959. 304 с.
4. Учебник медицинской энтомологии. Под ред. проф. В. Н. Беклемишева. Ч. I. Медицинская энтомология с основами общей энтомологии и гидробиологии. М.: Медгиз, 1949. 490 с.

## WATER BODIES AND INFECTIOUS DISEASES OF MAN

A. G. Voronov

### Summary

The role played by water reservoirs in spreading infectious diseases affecting man may differ according to circumstances: for a longer or shorter period of time agents of infection may be

preserved in them; they may contain vectors of agents in certain stages of development; and finally, they may be inhabited by intermediate hosts of the agents of some diseases.

The duration and possibility of existence of agents, vectors or intermediate hosts of different diseases affecting man in a water reservoir depends on the peculiarities of the latter, on its salinity, temperature regime, content of organic substances, degree and nature of pollution, its oxygen content, and the character of its vegetation.

## ПРОБЛЕМЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗЕР (НА ПРИМЕРЕ ЭСТОНСКОЙ ССР)

Н. Ф. Микельсаар

Институт зоологии и ботаники Академии наук Эстонской ССР

Проблемы рыбохозяйственного использования озер могут быть подразделены на: (I) общие предпосылки, необходимые для рыбохозяйственного использования озер, (II) условия для создания необходимых рыбному хозяйству предпосылок в озерах разного характера, (III) воздействие на озера рыбохозяйственных мероприятий, (IV) воздействие на рыбное хозяйство нерыбохозяйственных способов использования водоемов.

1. Общие предпосылки, необходимые для рыбохозяйственного использования озер.

Из них наиболее важный комплекс условий, обеспечивающий **управляемость водоема**. При этом следует поставить элементарный вопрос о **стойкости** водоема как такового (не высыхает ли озеро). В Эстонии имеются некоторые небольшие высыхающие карстовые озера (озера Выхмету-Лемкюла) [2]. У побережья Балтийского моря (о. Сааремаа) имеются довольно обширные водоемы с преобладанием глубин лишь до 20—50 см, но эти озера в большинстве — стойкие. Для управляемости водоема необходимы также **целостность** и относительная **самостоятельность** водоема.

Взаимная зависимость связанных друг с другом водоемов нередко довольно сильна. Таковы, например, река и водоемы поймы; дельтовые и другие небольшие водоемы, связанные с большим водоемом (например, Чудское озеро, фото 1).

Однако основой управляемости водоема является его **рыболовно-техническая управляемость**, его **облавливаемость**.

В Эстонии немало озер, в которых рыбной ловле неводом препятствуют неровное дно, камни, трясина, коряги, пни.

В последние годы появилось новое бедствие: почти все озера республики оказываются (без подготовительной работы) непри-

годными для активного (неводного) лова из-за многочисленных свай, поставленных и оставляемых в озере любителями удильщиками. Кроме этого в озерах встречаются различные «агрегаты» в виде кос и т. п., злонамеренно поставленные в озере.

Во-вторых, комплекс **условий**, необходимых для существования рыбы: достаточное **качество воды** (температура, содержание кислорода, активная реакция (рН), прозрачность воды и т. д.); наличие **кормовых организмов** для рыб; **условия для нереста** (рельеф, субстрат, растительность, движение воды и т. д.).

В разных озерах наблюдаются различные характерные комплексы условий, подходящие для определенных видов рыб. На основании их, как известно, выделяются **рыбохозяйственные типы озер**.

Форелево-палиевых озер в Эстонии нет. Сиговые озера также отсутствуют, хотя в Чудском озере сиг еще водится. Обыкновенны лещевые и щучьи озера с подтипами, а также карасевые озера. Дистрофные озера верховых болот — окуневые. Озеро Выртъярв (27 тыс. га, фото 2), на берегу которого расположена лимнологическая станция Института зоологии и ботаники АН ЭССР, типично судачье: эвтрофное, с малопрозрачной водой, зарослей лишь 12—15%.

Следует создать комплекс условий для **интенсивной биопroduкции рыб**. Основы рыбопродуктивности озера определяются генетическими предпосылками рыб (темп роста, способность осваивать кормы, плодовитость и т. д.) и притоком в озеро энергии и веществ (свет, биогены и т. д.).

Как известно, в зависимости от содержания в воде биогенов, от степени минерализации воды и т. д., т. е. на основании т. н. трофности, можно типизировать озера. Ааре Мяэметс различает в Эстонии 7 основных **гидробиологических типов озер** и около 25 подтипов, среди них многие редкие, требующие охраны (напр., алькалитрофные) [3].

К общим предпосылкам рыбохозяйственного использования озер следует прибавить еще **экономику** хозяйства. Хозяйственные предпосылки: существование орудий лова, лодок, рабочей силы и т. д.

II. Условия для создания предпосылок рыбохозяйственного использования озера.

Интересно проанализировать факторы, которые обуславливают относительную устойчивость, инертность свойств озерной экосистемы в целом. Такие факторы затрудняют направленное воздействие на водоемы, но одновременно могут обеспечить устойчивость и полезные свойства водоема.

Инертность свойств озера обуславливают, во-первых, некоторые гидрологические факторы:

**Величина водной массы** и рассеянное ее распределение в

пространстве, т. е. обширная и сложная **связь озера со средой** (ландшафтом; см. фото 3 и 4).

Сложная конфигурация озера создает красивые живописные ландшафты; таковы в Эстонии озера Пюхаярв, Кизе, Хино и др.

Величина водной массы отражается на особенностях **глубин** озера. В некоторых небольших глубоких озерах республики вода нижних слоев постоянно лишена кислорода.

Многие свойства озер, особенно приток питательных веществ, зависят от интенсивности **обмена воды** (меры проточности). Более проточные озера обыкновенно являются и более продуктивными.

Инертными являются и озера с **сильным родниковым питанием**.

В Эстонии вода родников имеет относительно устойчивую температуру (5—7°C). Температура воды родниковых озер летом ниже, зимой выше, чем в других озерах. Характерно оз. Поркун, которое нуждается в охране. На воде ключевого озера Роозна-Аллику работает форелеводство.

Относительная инертность особенностей озера обуславливается и хорошей **защищенностью от ветров и освещения**.

Таковы небольшие лесные озера, озера в глубоких долинах. В них естественная аэрация воды ограничена, термический режим своеобразен и т. д.

Из гидрохимических факторов инертности свойств озера спосбствуют:

**Высокая минерализация** воды, сильная гидрохимическая **буферность**, позволяющие более свободно применять **рыбоводные мероприятия**. Наоборот, озера с крайне низким содержанием минеральных веществ, как известно, очень чувствительны ко всяким загрязнениям.

Высокое содержание биогенов в воде и иле, т. е. **высокая эвтрофность**.

Интенсивное цветение воды, значительные колебания содержания кислорода — трудно управляемые факторы в озере. Примеры: озера Лохя, Панныярв, Кясму (Сев. Эстония).

То же следует сказать об озерах, в воде которых высокое содержание **гуминовых** веществ, т. е. об озерах верховых болот.

В них из рыб обитает только окунь, редко единичные щуки. У окуней таких озер (оз. Лоосалу, оз. Виросте) найдены интересные аномалии боковой линии [4].

Из гидробиологических факторов существенное воздействие на устойчивость экосистемы озера оказывает один вид биопродукта — **масса ила**. Толщина иловых отложений в озерах Эстонии достигает иногда до 18 м [6].

Оказывает влияние и **большая масса растительности** (особенно подводной) и **трясина**, окружающая озеро, а также не-



равномерное развитие **бентоса**, например, чрезвычайно значительное развитие моллюсков в озере Вильянди.

Из ихтиологических факторов очень важно существующее аборигенное население рыб, когда основные экологические ниши оккупированы малоценными рыбами.

Зарыбление озер посадочным материалом проводилось в Эстонии многократно, но результаты не всегда были ясными. Поселили, например, серебряного карася примерно в 100 озерах, но встречается он только в нескольких озерах.

Следует отметить, что в озере Вуртсъярв дала хорошие результаты **комбинация** нескольких мероприятий. В нем доминировали ерш и мелкий окунь (их использовали главным образом для кормления свиней). После урегулирования промысла (весенний запрет лова, запрет тралового лова) и подсадки личинок угря — мероприятий, которые были предложены сотрудниками Вуртсъярвской лимнологической станции (Эрвин Пиху, Март Кангур) — рыбное население и уловы сильно изменились: на первом месте в уловах из озера Вуртсъярв сейчас стоят угорь или судак, за ними следует лещ, щука и др. рыба; ерша почти нет. Уловы в пересчете на 1 га несколько упали, но доходы рыбаков возросли более чем в 3 раза. Организован лов удочками, но по платным путевкам.

Иногда встречаются такие отрицательные для рыбного хозяйства биологические факторы как наличие рыбадных птиц (цапля и др.) и млекопитающих (выдра и др.), но серьезную опасность они представляют лишь при постоянно высокой численности.

Для нужд рыбного хозяйства можно также использовать некоторые свойства водоема и его окрестностей:

Использовать затоны, небольшие заливы и соседние малые водоемы в качестве **вспомогательных водоемов** для разведения посадочного материала ценных рыб. Такие возможности предоставляются нередко именно в трудно облавливаемых озерах со сложной конфигурацией, можно периодически спускать озеро (или регулировать его уровень).

Благоприятный **доступ** к берегу озера позволяет применять технику и более мощные орудия лова. Благоприятна возможность **использовать иловые отложения** озера в качестве удобрения близких к озеру полей.

**III. Действие рыбохозяйственных мероприятий на озеро с точки зрения использования озера для других целей.**

Изоляция озера в интересах самостоятельного рыбного хозяйства может воспрепятствовать иммиграции рыб из другого озера, например, десятков тонн рыбы из Чудского озера в оз. Лахепера. Временный спуск озера для вылова рыбы ухудшает на некоторое время ландшафт.

Рыбохозяйственная аэрация, известкование, удобрения, несомненно, действуют на качество воды.

Подготовка водоема к отлову рыбы неводом означает его очистку от коряг, растительности, трясины и ила.

Значение изъятия биопродукта при вылове рыб недостаточно изучено. Наиболее радикальным является изъятие биопродукта в виде иловых отложений (сапропеля) в интересах рыбного хозяйства или для других нужд. Это реконструкция, реставрация и санация озер.

В ГДР работы по санации озер развиваются с довольно широким размахом. С 1972 по 1976 г. были очищены 529 озер и прудов (4700 га), до 1980 г. предполагалось очистить еще 196 (6000 га) [5]. При чистке иловых отложений Страсбургского городского озера (19,5 га) был успешно использован советский илосос [1].

В Эстонии такие работы только начинаются. Необходимо изучать влияния изъятия ила на экосистемы озер.

IV. Действие **нерыбохозяйственного** использования озер на рыбное хозяйство.

Наиболее известны следующие отрицательные факты: действие спуска в озеро различных **сточных вод** (коммунальных, промышленных и т. д.); использование воды озер для дождевания полей, вызывающее неблагоприятное для рыбного хозяйства **колебание уровня воды**; отдыхающие (купающиеся, повреждение рачьих нор), беспокойство рыбам и удильщикам, причиняемое моторными лодками, и ущерб, причиняемый зоопланктону, а местами и личинкам рыб в зонах отдыха.

Рыбохозяйственный опыт по отношению к **искусственно созданным** водоемам Эстонии еще накапливается. Имеется уже много небольших водохранилищ, рыбохозяйственное использование которых не составляет труда. Имеются предпосылки для использования торфяных карьеров, а также карьеров другого происхождения. Серьезной проблемой является использование водоемов, созданных при теплоэлектростанциях.

Среди проблем, связанных с рыбохозяйственным использованием озер Эстонии, наиболее существенными являются:

1. Обеспечение облавливаемости озер требует серьезной работы и применения капитальной техники.
2. Вся озерная система республики нуждается в реставрации (санации), особенно путем удаления (и утилизации) основных масс иловых отложений и трясины.
3. Необходимо всестороннее исследование и использование влияния аэрации (особенно летом) и известкования воды на экосистемы озер.

Для поднятия уровня рыбопродуктивности озер на единицу площади следует систематически и интенсивно разводить и вселять в озера посадочный материал быстрорастущих рыб.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Graf, W., Hardow, K., Pauleit, G. Der Einsatz sowjetischer Saugbagger bei der Sanierung des Strasburger Stadtsees. — Binnenfischerei DDR, 1977, H. 11, S. 324—325.
2. Mäemets, A. Eesti NSV järved ja nende kaitse [Озера Эстонской ССР и их охрана]. — Tallinn: Valgus, 1977. 264 lk.
3. Mäemets, A., Raitviir, A. On the classification of Estonian lakes based on the analysis of principal componenta and coordinates. — Eesti NSV TA Toim., Biol., 1977, No. 2, p. 138—148.
4. Oissaar, A. Ahvenate morfoloogilisest kohastumisest polühumooses Loo-salu ja Virosste järves [О морфологическом приспособлении окуней в озерах Лоосалу и Виросте]. — Eesti NSV TA Toim., Biol., 1964, Nr. 3, lk. 171—183.
5. Regler, W. Bedeutung und Umfang des Seensanierungsprogramms in der Deutschen Demokratischen Respublik. — Binnenfischerei DDR, 1978.
6. Veber, K. Sapropel Eesti NSV järvedes [Сапропель в озерах Эстонской ССР]. — Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut. Teaduslike Tööde Kogumik, IV. Tallinn, 1964, lk. 155—173.

## PROBLEMS OF FISHERY IN ESTONIAN LAKES

N. F. Mikelsaar

### Summary

The most essential condition for the rational use of the fish resources of small lakes is guaranteeing the possibility of catching their entire fish population. All the small lakes of Estonia stand in need of sanitation, especially of removal of the sapropelic mud. However, further detailed investigations are necessary to determine the influence exercised on the ecosystems of lakes by such measures, and also by the airing of their water and the application of lime for their fertilization.

In more detailed treatment the use of lakes for fishing depends on the following conditions: the relation of lakes to their environment, the size of the water body, the intensity of the water exchange, the number of the springs in the lake, the wind and light conditions, the hydrochemical characteristics, eutrophity, the content of humus substances, the abundance of mud, the amount of vegetation and extent of the quaggy zones. It is also necessary to study the character of the bottom biocoenoses as well as the existing ichthyofauna, first of all the aborigene species of fishes characteristic of a given lake.

## **ВЛИЯНИЕ ОСВОЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ НА ПЕРЕБРОСКУ СТОКА**

**Л. Г. Швидченко, Р. З. Гарейшин**

Московский государственный университет

Проектируемое изъятие значительных объемов воды (около 27—36 куб. км на первом этапе) из Северной половины Европейской территории Союза (ЕТС), их транзит и перераспределение на юге, несомненно, вызовут ощутимые изменения природной среды всего региона.

Наряду с положительными изменениями значительную долю (до 40% от общих изменений) составят неблагоприятные изменения. Особенно велики будут отрицательные изменения в районах сброса и перераспределения стока. Неблагоприятные условия естественного стока грунтовых вод, высокая засоленность материнских пород могут вызвать здесь развитие таких опасных природных процессов как вторичное засоление почв, длительное переувлажнение земель, ирригационную эрозию и другие. Многие из этих процессов можно предупредить и нейтрализовать.

Как показывает опыт эксплуатации ирригационных систем в южных районах страны, зачастую причиной неблагоприятных нарушений природной среды является неподготовленность территории к приему дополнительной воды, неизученность региональных природных условий, нарушение технических условий эксплуатации ирригационных объектов. Поэтому в настоящее время серьезной проблемой становится проблема изучения обратного воздействия природной среды и ее элементов на системы переброски стока.

В этой статье рассмотрена проблема влияния степени освоенности территории на эффективность переброски стока северных рек на юг.

Для того, чтобы получить максимальный эффект от капиталовложений на переброску стока, целесообразно планировать и проектировать не только саму переброску и использование перебрасываемых вод, а также, хотя бы качественно, все аспек-

ты комплексного освоения территории. Для этого надо действовать не поэтапно (сначала — проектирование переброски, потом — планирование освоения территории), а уже сейчас формировать территориальные комплексы, в которых предусматривается взаимосвязь природы, населения, хозяйства и дополнительных водных ресурсов. К сожалению, в настоящее время большинство показателей развития экономики района разрабатываются или в отраслевом плане, или по отдельным предприятиям и производственным комплексам. При этом воздействие переброски стока на территорию со всем комплексом производств рассматривается очень ограниченно. С другой стороны, организации, проектирующие переброску стока, мало внимания уделяют влиянию различий в освоенности территорий вдоль трасс переброски стока на основные параметры самой переброски.

Современная картина освоенности территории ЕТС формировалась на протяжении многих веков. На структуру использования территории, с одной стороны, оказывала влияние пространственная дифференциация природных предпосылок освоения земельных ресурсов (территориальных, водных, минерально-сырьевых и других), а, с другой стороны, — экономические и социально-политические задачи, которые стояли перед обществом в те или иные периоды его развития. В итоге сформировались определенные уровни освоенности этой территории, которые четко проявляются в пространственных различиях уровней концентрации городов, распределении сельскохозяйственных угодий и их площадей, дробности контуров разного хозяйственного использования, количества дорог на единицу площади, напряженности земельного баланса и т. д.

Районы разной освоенности различаются по величине антропогенного воздействия на природную среду и ее ресурсы. Поэтому они по-разному будут реагировать на поступление дополнительной воды. В связи с тем, что в сильно освоенных районах на больших площадях проявляется сильное техногенное воздействие, которое вызывает здесь состояние неустойчивого равновесия природных естественных процессов, любое необдуманное вмешательство человека, тем более на состояние водного баланса территории, может привести к необратимым последствиям.

Следует также учитывать, что в сильно освоенных районах потенциальная ценность территориальных и других естественных ресурсов гораздо выше, чем в районах слабо освоенных. Это особенно касается водных ресурсов, потребность в которых для удовлетворения промышленных, ирригационных, рекреационных и бытовых нужд здесь интенсивно возрастает. В свою очередь здесь более эффективно, чем в районах слабо освоенных, может использоваться перебрасываемый с севера объем

воды. Так, сопоставление показателей урожайности и себестоимости зерновых культур ряда административных районов, расположенных в сходных природных условиях, но различающихся по степени хозяйственного освоения, показывает, что в сильно освоенных районах при больших площадях орошаемых земель себестоимость единицы продукции примерно в 1,5 раза ниже, чем в слабо освоенных районах. Вероятно, требуется достаточно высокий исходный уровень развития материально-технической базы заинтересованных хозяйств, чтобы эффективно использовать перебрасываемую воду.

В сильно освоенных районах проявляется также тенденция многоцелевого использования земель, что имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Так, зоны водоохранных лесов вдоль рек, озер и водохранилищ на сильно освоенных территориях призваны, помимо своей основной функции, удовлетворять потребности населения в зонах отдыха. Соответственно породный состав лесов и их возрастная структура формируются уже с позиций благоприятности леса для организации отдыха, что в данном случае не отвечает требованиям, предъявляемым к водозащитным лесам (2. 1977).

Рассматривая конкретно положение районов разной освоенности вдоль проектируемых трасс переброски, можно отметить, что по всей трассе первой очереди переброски части стока северных рек на юг ЕТС воздействие переброски на интенсивность освоения прилегающих к трассе территорий, вероятно, будет слабым. Останутся слабоосвоенными и земли нового орошения, хотя темпы освоения этих территорий несколько ускорятся. Лишь после осуществления второй и последующих очередей переброски хозяйственная деятельность может усиливаться в районах, прилегающих к некоторым городам по р. Волге и р. Каме, таким, как Чебоксары, Тольятти, Саратов, Волгоград, Астрахань, Набережные Челны, Нижнекамск.

Полоса вдоль Волги и Камы, а также районы регулярного орошения в перспективе, в связи с обеспеченностью водными ресурсами, вероятно, будут более освоены, чем это предусматривается в настоящее время. В процессе возможного перераспределения капиталовложений с усилением доли их вложения в районы бассейна Волги ряд территорий, для которых планируются высокие темпы экономического развития, могут не выйти на намечаемые рубежи.

В связи с тем, что в области перераспределения стока основные массивы орошаемых земель расположены на слабоосвоенных территориях, по-видимому, до повышения общего уровня хозяйственной освоенности не следует ожидать высокой эффективности использования перебрасываемой воды. Это может поставить под сомнение целесообразность для народного хозяйства страны в целом использование перебрасываемой во-

ды исключительно для сельского хозяйства. Большую отдачу от капиталовложений, которые должны быть направлены на осуществление проектов переброски стока и более быструю их окупаемость можно ожидать от переброски части воды в сильно освоенные промышленные районы, уже сейчас испытывающие нехватку водных ресурсов для обеспечения производственных и бытовых нужд (КМА, Тульско-Новомосковский и др.)

В районах орошаемого земледелия основное внимание должно быть направлено на рационализацию организации водопользования и повышение КПД оросительных систем (О. С.) Как отмечает Г. Л. Магакян (1. 1977), увеличение КПД оросительных систем до 0,9—0,95<sup>1</sup>, строгая и оптимальная нормировка поливных и оросительных расходов обеспечат наряду с прогрессивной технологией водохозяйственного строительства гарантированные урожаи в условиях поливного земледелия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Магакян Г. Л. Степь и вода. М.: Наука, 1977.
2. Региональный географический прогноз. М.: МГУ, 1977.

## THE INFLUENCE OF THE DEGREE OF CULTIVATION OF A TERRITORY ON THE REVERSAL OF THE COURSE OF RIVERS

L. G. Shvidchenko, R. Z. Gareishin

### Summary

The article deals with the problem of the influence of the degree of cultivation of territories on the reversal of the course of rivers in the European part of the Soviet Union. It points out that regions opened up for human activities to different degrees react differently to the influx of additional quantities of water. Attention is drawn to the fact that the territories chosen for flooding up have hardly been prepared for it.

## ПРОБЛЕМЫ ЗАПОВЕДНОГО ДЕЛА В СВЯЗИ С ПЕРЕБРОСКОЙ СТОКА

Р. З. Гарейшин, В. П. Чинова

Московский государственный университет

Одной из основных задач, решаемых в проекте переброски стока \*, является разработка обобщенной схемы охраны природной среды и мероприятий по предупреждению и нейтрализации неблагоприятных последствий территориального перераспределения стока.

Система охраны природы территории, попадающей в зону влияния переброски стока на южном склоне Европейской территории СССР (ЕТС), складывается из трех взаимосвязанных частей:

1. Охрана природной среды в целом.
2. Охрана природных ресурсов в ходе интенсивного хозяйственного использования.
3. Сохранение и расширение сети особо охраняемых природных территорий, полностью или частично изъятых из хозяйственного использования.

Необходимость охраны природной среды в сфере влияния переброски стока обусловлена ожидаемыми значительными неблагоприятными изменениями природных комплексов. По нашим расчетам площади только отрицательных изменений составят десятки тысяч км<sup>2</sup> [1].

Корреляционный анализ карто-схемы прогноза изменений природной среды и карты охраняемых природных территорий показал, что некоторые из охраняемых территорий частично или полностью попадают в зону влияния проектируемых гидротехнических сооружений. На южном склоне ЕТС насчитывается 4 таких заповедника, 28 заказников, 9 будущих национальных и природных парков.

---

\* Рассматривается утвержденный Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР вариант переброски стока объемом 27—37 км<sup>3</sup> в год из озер Онежское, Воже и Лача и рек Сухоны и Печоры в бассейн р. Волги.



В зависимости от местных условий и от конкретного влияния гидротехнических сооружений, воздействие их на природу охраняемых территорий будет либо положительным, либо отрицательным.

Первым заповедником, который окажется в сфере воздействия переброски, будет Дарвинский заповедник на Рыбинском водохранилище. Пропуск 15 куб. км воды через Рыбинское водохранилище создаст более благоприятные условия водообмена: увеличится проточность и способность к самоочищению воды. Эти ожидаемые изменения в районе водохранилища скажутся и на природных условиях заповедника: с одной стороны, предполагается оживление гидробиологических процессов и увеличение скорости самоочищения воды от техногенных веществ, попадающих с бытовыми и промышленными стоками г. Череповца, с другой стороны, усилятся размыв берегов, что потребует их укрепления. Научный профиль заповедника — изучение влияния водохранилища на природу — не требует изменения.

Несмотря на значительный объем транзитной воды, уровень водохранилища не изменится благодаря или более частым пускам воды, или пускам большего объема. Поэтому и активизации болотных процессов в большей степени, чем сейчас, не ожидается.

Следующим охраняемым объектом в сфере влияния переброски будет проектируемый национальный парк «Плѣс» на правом берегу реки Волги, в окрестностях г. Плѣс.

Создание парка увеличит евтрофикацию воды р. Волги, поэтому ожидаемые изменения в связи с переброской будут положительными.

Аналогичные изменения ожидаются на территориях по обоим берегам р. Камы, где предполагается создать несколько национальных парков: Камский, Чусовской, Сылвинский и Усть-Качкинский.

Наиболее значительные изменения в области транзита северной воды будут связаны с созданием Чебоксарского и Нижнекамского водохранилищ. В зону интенсивного подтопления попадут Ивановский и Михайловский охотничьи заказники. Здесь в связи с подтоплением ожидается угнетение и гибель лесных комплексов, затопятся значительные участки поймы, усилятся заболачивание. Таким образом, изменения будут преимущественно неблагоприятными.

Смягчение гидроклиматических условий вблизи Чебоксарского водохранилища благоприятно скажется на природных условиях природного парка Керженец и заказника местного значения Васильсурские дубравы.

Ниже по течению р. Волги зона непосредственного влияния транзита воды будет узкой и скажется преимущественно на

береговых процессах. Не будет серьезных изменений и в природных условиях Волжско-Камского заповедника и на его Сараловском участке. Изменения, обусловленные увеличением проточности воды и повышением водности в меженьный период, будут в основном благоприятными для биоценозов заповедника. Не будет испытывать отрицательных последствий переброски и Жигулевский заповедник.

Природный парк на Самарской Луке будет затронут переброской в своей южной островной части, где планируется сохранение заказника для охраны пролетных птиц. Южнее Волгограда, в пойме Волго-Ахтубы и в дельте Волги в связи с регулированием стока и отведением воды на орошение новых земель стали наблюдаться неблагоприятные изменения природных комплексов. Это выражается в прогрессирующем оstepнении, а местами и опустынивании поймы и дельты. Следствием этих же причин является понижение уровня воды в Каспийском море на фоне общей аридизации гидроклиматических условий юга.

Неблагоприятное развитие общей тенденции природной среды в сторону иссушения привело к серьезным изменениям природных условий и природных комплексов Прикаспийских заповедников, тесно связанных с колебаниями уровня моря.

Основные последствия понижения уровня Каспийского моря можно представить в виде следующей цепи причинно-следственных явлений: отступление береговой линии → образование обширных «мертвых» зон соленого грунта на обнажившихся из-под моря участках → сокращение площади мелководий → уменьшение продуктивности кормовых угодий → уменьшение численности водоплавающих птиц (охрана и изучение которых составляет основную задачу заповедников).

На территории Астраханского заповедника к этим явлениям присоединяются еще зарастание густой водно-болотной растительностью и ухудшение условий нереста. Как показали исследования сотрудников заповедника, в последние пять лет происходит активное зарастание дельты, особенно ее переходной к морю части, густой водной растительностью (ежеголовниковыми, лотосовыми и тростниковыми сообществами). Это выражается в ухудшении условий обитания водоплавающей дичи из-за сокращения кормовых угодий, уменьшении рыбных запасов, в частности, запасов осетровых.

Единственным коренным выходом из создавшегося положения для всех Прикаспийских заповедников является стабилизация уровня Каспийского моря, которая может быть достигнута только переброской дополнительной воды из северных рек в объеме нескольких куб. км. Это поможет, если не ликвидировать, то хотя бы приостановить прогрессирующие неблагоприятные изменения в этом районе.

Территория, заключенная между Доном, Волгой, Каспийским и Азовским морями и Кавказской горной страной, практически полностью попадает в зону влияния переброски стока. Однако на функционирование существующих и на возможности организации новых заказников в этом районе переброска либо вовсе не окажет существенного влияния, либо это влияние будет положительным, так как большинство их создано или планируется для охраны водоплавающей дичи. К ним относятся республиканский заказник Маныч-Гудило, Состинский, Морской Бирючок, озеро Ханата — местообитание серого гуся, Каспийский заказники. Некоторым отрицательным моментом будет повышение так называемого «фактора беспокойства», который будет связан со строительством и эксплуатацией новых гидротехнических и оросительных систем и будет оказывать свое влияние на условия существования охраняемой дичи.

В Степном заказнике, созданном для охраны сайгака, при строительстве Черногозского канала будет происходить лишь улучшение природных условий, обусловленное появлением новых мест водопоя.

Таким образом, переброска стока будет оказывать преимущественно положительное воздействие на условия заповедных территорий. Общие природоохранные мероприятия на южном склоне связаны в целом со скорейшим осуществлением переброски стока, а в конкретных ландшафтах должны быть направлены на предупреждение и нейтрализацию неблагоприятных явлений с привлечением самых совершенных мер инженерной защиты территорий.

Обычные мероприятия по ограничению указанных явлений (обвалование, искусственный дренаж) для территорий научного значения с режимом абсолютного резервата не подходят. Поэтому в данном случае рекомендуется включить в программу научно-исследовательских работ заповедников тему динамики некоторых пойменных и прибрежных природных комплексов при усилении гидроморфности условий.

В перспективе объем переброски предполагается увеличить до 60 куб. км в год и более. В этом случае следует ожидать возрастания степени неблагоприятного воздействия не только на природную среду в целом, но также и на природные комплексы заповедных территорий. В связи с этим потребуются более детальные дополнительные исследования для определения:

- а) возможных косвенных и региональных изменений природной среды;
- б) допустимых пределов изменения природных комплексов;
- в) путей восстановления нарушенных блоков природных комплексов и защиты особо охраняемых природных объектов.

В этих условиях особенно ценной становится постановка

расширенных стационарных наблюдений за динамикой природных комплексов и природных процессов в заповедниках и заказниках по примеру «биосферных заповедников».

В заключение необходимо отметить, что, несмотря на сложность проблемы охраны природных комплексов заповедников, предусмотренные необходимые природоохранные мероприятия еще до технического осуществления проекта переброски стока позволят предупредить многие негативные изменения природных комплексов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гарейшин Р. З. Географические аспекты проблемы переброски стока северных рек на юг Европейской территории Союза. — В сб.: Проблемы взаимодействия общества и природы. Тез. I Всес. науч. конф. М.: МГУ, 1978, с. 111—112.

## THE INFLUENCE OF THE REVERSAL OF THE COURSE OF RIVERS ON NATURE RESERVES

R. Z. Gareishin, V. P. Chizhova

### Summary

The article discusses the changes in the natural conditions and natural complexes on the southern slope of the European part of the territory of the Soviet Union that are likely to result from the reversal of the course of certain rivers and the influence this may have on the functioning and further planning of protected natural areas. It is emphasized that the overwhelming influence will be positive in providing additional water supplies for the southern slope and that urgent steps should be taken for immediate reversal of the course of certain rivers to restore and preserve the natural conditions in several protected areas.

## **О ПРОЕКТИРОВАНИИ ВОДООХРАННЫХ ПОЛОС ПО БЕРЕГАМ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ**

**Ю. Э. Мандер, К. Ф. Александ**

Эстонская сельскохозяйственная академия

В последние годы в Эстонской ССР и в других союзных республиках резко повысился интерес к созданию прибрежных водоохранных полос по берегам рек и других водоемов. Это связано, прежде всего, с увеличением сноса органических и минеральных удобрений с сельскохозяйственных угодий. Особенно сложным становится вопрос потому, что подавляющая часть органических удобрений, а также большая часть минеральных удобрений вывозятся на снежный покров или на еще не оттаявшую почву. При такой агротехнике потери удобрений достигают 50% азота и 25% фосфора от общего внесенного количества [17]. Эти большие количества питательных веществ попадают с поверхностным стоком в водоемы, вызывая там эвтрофикацию — интенсивный рост водорослей и макрофитов. В результате эвтрофикации ухудшается качество воды, появляется дефицит кислорода, повышается коэффициент шероховатости русел и т. д.

Учитывая тот факт, что в будущем количество используемых в сельском хозяйстве удобрений увеличится и, наверное, некоторая их часть будет и впредь вывозиться на поля зимой, надо предпринимать определенные меры для защиты водоемов от загрязнения. Одной из таких мер является сохранение и создание водоохраных зон и полос по берегам водоемов.

**Водоохранные зоны** представляют собой специально выделенную территорию по берегам ручьев, рек, водохранилищ, озер, прудов и др. водоемов и водотоков, в которых хозяйственная деятельность строго ограничивается и где проводят специальные организационные, мелиоративные, санитарно-гигиенические, агротехнические, лесомелиоративные и др. мероприятия. Эти зоны выделяются на этапе функционального зонирования территории. Для определения минимальной ширины водоохраных зон на одном берегу водотока (водоема), в зависимости

Таблица 1

**Определение ширины водоохранной зоны водоемов и водотоков в зависимости  
от режима использования соседних угодий и самого водоема (водотока)**

Вид пользования соседних угодий	Режим использования водоема (водотока)							
	Для взятия питьевой воды	Рыбохозяйственный		Под охраной природы	Для орошения, рекреации и др. целей			
		лососе- выс, реч- ной рак	другие виды		Длина водотока (км), в скобках площадь водоема (га)			
					>100 (>250)	25—100 (100— 200)	5—25 (10—100)	<5 (<10)
1. Сельское хозяйство								
а) интенсивное (поля, использование удобрений и пестицидов в боль- ших количествах)	1000	1000	500	800	500	300	200	*
б) менее интенсивное (луга, паст- бища; использование удобрений)	500	500	200	300	200	100	100	*
2. Лесное хозяйство								
а) интенсивное (сплошные рубки)	600	1000	500	500	300	200	100	*
б) менее интенсивное (рубки ухода и др. виды рубок)	300	500	*	100	*	*	*	*
3. Промышленность и урбанизован- ные территории	1000	1000	300	1000	300	300	300	*

\* — нужны только водоохранные полосы.

от режима использования водоема и соседних угодий и других факторов, составлена таблица 1. Приведенные нами рекомендуемые параметры зон совпадают с данными других авторов [3, 4, 5, 10].

В водоохранной зоне непосредственно на берегу водоема (водотока) выделяется **водоохранная полоса**, комплексный вариант которой состоит из трех частей: **полосы водной растительности, береговой и верхнебереговой полосы**. При водоемах с крутыми берегами и без поймы 2 последние полосы совпадают.

С точки зрения экологической оптимизации ландшафта на передний план выдвигаются следующие функции водоохранных полос [13]: — ускорение инфильтрации поверхностных вод в почву водоохранной полосы (особенно весной); — фильтрация и поглощение удобрений, химикатов, твердых частиц и др. веществ; уменьшение бактериологического загрязнения [9]; предотвращение эрозии берегов; экологическое обогащение ландшафта, создание дополнительных экологических ниш для многих организмов («краевой эффект», экотон); уменьшение скорости ветра (предотвращение дефляции), улучшение микроклимата; создание тени под кронами деревьев, смягчение теплового режима водоема, воспрепятствование росту гидрофитов [13, 16]; повышение эстетической ценности ландшафта.

Самыми важными среди них являются первые две функции. На них основано проектирование водоохранных полос. Основная цель полосы водной растительности — это извлечение из воды биогенных веществ (азота, фосфора, калия и др.) [6]. По данным О. Окснюка и др. (1978), 1 м<sup>2</sup> тростника при густоте посадки 80 растений на 1 м<sup>2</sup> может извлечь из водоема в течение вегетации 45 г азота, 18 г фосфора и 22 г калия [8]. Ширина полосы водной растительности 5...10 м, она создается из тростника, двукосточника, рогоза или камыша вегетативным способом, в местах втекания в водоем вод с полей (у конца ложбин) на специально оборудованных берегах с крутизной 1 : 4 (1 : 5) [12].

Определению ширины водоохранных (береговых и верхнебереговых) полос посвящено большое количество работ многих авторов [1; 2; 3; 4; 5; 7; 10; 11 и др.]. Большинство из них исходит из функции ускорения инфильтрации поверхностных (талых) вод в полосах и функции предотвращения эрозии берегов водоема. По А. Молчанову [7], суммарная инфильтрация талых вод (при одинаковых почвенных и рельефных условиях) на лесных территориях и в лесных полосах в пять раз выше, чем на полях. Ускоренная инфильтрация в прибрежных (лесных) полосах объясняется лучшими поглощательными свойствами, а также тем, что почва под пологом леса имеет меньшую глубину промерзания, чем на полях. Исходя из механи-

ческого состава, мощности и др. параметров почвенного покрова, А. Молчанов предлагает создавать водоохранные полосы шириной от 15 (при маломощных степных черноземах) до 60 м (при мощных черноземах лесостепной зоны).

Многие авторы [3; 4; 5; 10; 11] основываются при определении ширины водоохранных полос на крутизне склона и характере растительного сообщества (типа угодий). Например, ленинградские ученые рекомендуют создавать прибрежные полосы от 15 м (нулевой уклон, пашня) до 100 м (крутизна 5—8°, пашня или лес-кустарник) [3].

Хорошо известны формулы Д. Арманда (1971) Г. Сурмача (1971) и Г. Харитоновца (1938). Последняя из них переработана В. Протопоповым и В. Куклиным (1977) [1; 10; 11]. В последние годы вопросами создания водоохранных полос занимались также украинские ученые [2]. Характерно для всех названных работ то, что они исходят из цели уменьшения эрозии и основываются на параметрах, характеризующих рельеф, гидрогеологические и климатические условия данной местности (напр. крутизна и длина склона, средний модуль стока талых или ливневых вод, скорость инфильтрации воды в почву, шероховатость ложа потока и др.). В то же время не учитывается абсорбционное (поглощительное) свойство почвы — один из важнейших факторов при охране водоемов от попадания туда химикатов. Первые шаги у нас в этом плане сделаны Г. Паулюк-Явичусом (1978) и Л. Бондаренко и др. (1979) [2; 9]. Правильно учитывать все эти факторы комплексно.

Исходя из экспериментальных и эмпирических данных, а частично из информации, полученной из литературы, нами выработана следующая формула для определения ширины водоохранных (береговых и верхнебереговых) полос:

$$P = 0,00069 \cdot \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{i}}{m \cdot k_i \cdot n}, \quad (1)$$

где  $P$  — ширина водоохранной полосы, м;  $q$  — сток талых вод со склона в период интенсивного снеготаяния; мм/сутки;  $f$  — редуцированная длина склона; м;  $i$  — крутизна склона ( $\tan \alpha$ );  $m$  — коэффициент шероховатости элементарного водосбора;  $K_i$  — скорость впитывания воды в мерзлую почву, мм/мин;  $n$  — коэффициент, характеризующий поглощительное (абсорбционное) свойство почвы; 0,00069 — коэффициент.

Сток талых вод со склона  $q$  обычно определяется в каждом конкретном случае на основе экспериментальных данных. Но можно использовать и эмпирические и расчетные данные. С помощью сборника агроклиматических ресурсов ЭССР [12] нами была найдена средняя для всей республики величина  $\bar{q}$ . При этом мы исходили из следующих данных: максимальный



запас воды снежного покрова в открытых ветрам местах в течение всей зимы (осреднено для всех агроклиматических районов ЭССР) — 160 мм, и продолжительность периода интенсивного снеготаяния (также осреднено для всех агроклиматических районов) — 19 дней [12]. Величина  $\bar{q}$  получается таким образом равной 8,42 мм/сутки.

Под редуцированной длиной склона понимается отношение площади (га) элементарного водосбора (определяется на основе карты рельефа) к ширине ложбин (м) на бровке берега водоема. Обыкновенно используемая длина склона  $l$  [10] заменена этим показателем потому, что поверхностная вода стекает в водоемы не по всему склону, а по понижениям микро-рельефа — по ложбинам. Именно в таких местах необходимо создавать водоохранные полосы или увеличивать их ширину. На это обращают внимание и другие исследователи [2; 4].

Площадь элементарного водосбора измеряется с помощью планиметра на картах осушительной сети или на почвенных картах мелноративных проектов (оба в масштабе 1:2000). Ширина ложбин определяется на тех же картах с учетом характера ближайших к водоему изогипс, ее средняя величина 10 м. Относительно легко найти также среднюю крутизну склона в элементарном водосборе  $i$ .

Скорость впитывания воды в мерзлую почву ( $K_i$ ) определяется также экспериментально в каждом конкретном случае, но и здесь можно исходить из средних величин для различных механических составов почвы. Последние найдены на основе экспериментальных данных, при этом учитывается, что скорость инфильтрации в мерзлую почву на 30—40% ниже, чем в ту же почву в талом состоянии [1]. Учитывая это, величина  $K_i$  колеблется от 0,1 (глины) до 1,0 мм/мин (гравий, грубый песок).

Коэффициент  $n$ , учитывающий поглотительные свойства почвы, найден по трудам Э. Китсе (1979) [15]. Автор основывается на показателе удельной поверхности почвы ( $lg I_s$ ), средняя величина которого изменяется в порядке 7,00 (подзолистый грубый песок) до 8,02 (глина). Для использования показателя  $lg I_s$  в формуле (1), нами составлена относительная шкала на основе грубого песка:  $n = lg I_{sx} / lg I_s$  гр. песок.

Шкала коэффициента шероховатости  $m$  пока предварительная, она основывается на эмпирических данных. Величины  $m$  характеризуют тип угодий в элементарном водосборе выше водоохранной полосы:  $m_{поле} = 1,0$ ;  $m_{пастбища} = 1,1$ ;  $m_{естеств. луг} = 1,2$ .

Учитывая все приведенные выше соображения и обобщения, формулу (2) можно представить в следующем виде:

$$P = 0,0058 \cdot \frac{f \cdot \bar{v}_i}{m \cdot k} \quad (м), \quad (2)$$



По техническим причинам склоны с крутизной более 15° ( $i > 0,27$ ) не возделываются, поэтому они автоматически включаются в состав водоохраных полос.

Для водоема и водотоков с поймой ширина береговой полосы по обоим берегам водотока 2...5 м. Ширина верхнебереговых полос определяется также, как указано выше.

Предложенные в настоящей работе водоохранные (верхнебереговые и береговые) полосы должны состоять из древесных и кустарниковых сообществ. Рекомендуемая во многих работах луговая полоса малоэффективна с точки зрения инфильтрации талых вод. Береговые полосы (для рек и водоемов с поймой) желательно создать из видов ивы (лучше всего подходят ива прутьевидная, ива трехтычиночная и ива русская) и ольхи (черной и серой). Ольха образует мощную корневую систему, укрепляющую берег и создающую на берегу и в воде множество экологических ниш, ее кроны образуют тень над мелкими водотоками, улучшают тепловой режим и препятствуют росту гидрофитов [13; 16]. Верхнебереговые полосы создаются из видов деревьев и кустарников, используемых при создании полезационных лесных полос. Желательно придавать полосам ступенчатый профиль (со стороны поля кустарниковый и древесный пояс окружает луговая полоса), что отвечает оптимальной структуре экотона и часто наблюдается в природе.

В мелноративной практике Эстонской ССР в последние годы уже применяются приведенные выше принципы. Для проектирования, создания и эксплуатации водоохраных зон и полос нами созданы соответствующие рекомендации.

Но необходимо отметить, что с помощью биологических способов мы можем лишь частично препятствовать эвтрофикации. Для достижения более мощного эффекта надо применять и другие методы (современная агротехника, использование новых видов удобрений и пестицидов и др.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арманд Д. Л. Физико-географические основы проектирования сети полезационных лесных полос. М.: изд-во АН СССР, 1961. 340 с.
2. Бондаренко Л. М., Иванов М. С., Ивановский И. А. К вопросу о создании и рациональном использовании прибрежных водоохраных зон. — Водные ресурсы, 1979, № 5, с. 184—190.
3. Временное положение о водоохраных зонах рек и водоемов в Ленинградской области на землях сельскохозяйственного назначения. Л.: Минводхоз СССР, 1979. 12 с.
4. Временные рекомендации по созданию прибрежных водоохраных полос и зон по берегам рек и водоемов в условиях Латвийской ССР. (Проект). Елгава: Минводхоз, 1979. 34 с.
5. Временные указания по созданию и приему зеленых водоохраных полос (Утверждены Минводхозом, Минсельхозом и Комитетом по охране природы при СМ Лит. ССР в 1974 г.) Вильнюс, 1975. 4 с.

6. Кроткевич П. Г. К вопросу использования водоохранно-очистных свойств тростника обыкновенного. — Водные ресурсы, 1976, № 5, с. 191—197.
7. Молчанов А. А. Влияние леса на окружающую среду. М.: Наука, 1973. 360 с.
8. Окснюк О. П., Мережко А. И., Волкова Т. Ф. Использование высших водных растений для улучшения качества воды и укрепления берегов каналов. — Водные ресурсы, 1978, № 4, с. 97—104.
9. Паулюкявичюс Г. Оценка роли леса в экологической оптимизации холмистых ландшафтов Литвы. Вильнюс. 1978. 183 с.
10. Принципы выделения защитных лесных полос. М.: АН СССР, Лаборатория лесоведения. 1977. 148 с.
11. Сурмач Г. П. Водорегулирующая и противозерозионная роль насаждений. М.: Лесная промышленность, 1971. 109 с.
12. Bittmann, E. Das Schilf (*Phragmites communis* Trin.) und seine Verwendung in Wasserbau. — Angewandte Pflanzensoziologie. Berlin, 1953, Bd. 7, S. 1—44.
13. Dahl, H.-J. Biotopgestaltung beim Ausbau kleiner Fließgewässer. — Natur und Landschaft, 1979, H. 7/8, S. 200—204.
14. Eesti NSV agrokliima ressursid. [Агроклиматические ресурсы Эстонской ССР] Tallinn: Valgus, 1976. 142 lk.
15. Kitse, E. Mulla- ja põhjaveekaitsest. [Об охране почвенной и грунтовой воды]. — Keskkonnakaitse, Informatsiooniseeria XIV, 1979, Nr. 5, lk. 2—6.
16. Lohmeyer, W., Krause, A. Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer. — Schriftenreihe für Vegetationskunde. Bonn — Bad Godesberg, 1975, H. 9, S. 1—105.
17. Maastik, A. Põllumajandus ja veekaitse. [Сельское хозяйство и охрана вод]. — Rmt.: Põhjavete kasutamisest ja kaitsest Eesti NSV-s. Tln., 1978, lk. 77—88.
18. Niemann, E. Zieltypen und Behandlungsformen der Ufervegetation vom Fließgewässern im Mittelgebirgs- und Hügellandraum der DDR. — Wasserwirtschaft — Wassertechnik, 1971, Nr. 9, S. 310—316.

## ON PLANNING PROTECTIVE STANDS ON THE BANKS AND SHORES OF WATER BODIES

U. E. Mander, K. F. Alekand

### Summary

The fertilizers and pesticides carried into water bodies from agricultural lands have led to intensive eutrophication of lakes and rivers during recent years. A possible method of preventing this process is planting new or preserving the existing stands of bushes and trees of various species on the immediate banks and shores of water bodies. In addition to their primary function of protecting the water body these stands will increase the ecological variety of the landscape, hinder deflation, improve the microclimate, etc.

The paper presents a table as well as an algorithm and a monogramme for the calculation of the breadth of the protective zone needed for each water body. The monogramme will make it easy for designers on the basis of available maps to find the necessary parameters for such protective zones in different soil, hydrographical and relief conditions.

## **ГИДРОСЕТЬ КАК КАРКАС ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ И ЗАПОВЕДНИКОВ**

**Б. Б. Родман**

Московский государственный университет

Для сохранения естественной земной биосферы требуется, чтобы многоярусный растительный покров, вмещающий разнообразный животный мир, составлял по возможности сплошной массив, обеспечивающий беспрепятственные миграции животных, пыльцы и семян растений, необходимых им химически элементов, а следовательно и несущих их потоков воды и воздуха. Этой задаче должна отвечать охватывающая всю Землю, как сушу, так и моря, система природных заповедников, заказников, парков, умеренно эксплуатируемых лесов, лесосадов, многокультурных плантаций и естественных лугов. Исходя из различных норм лесистости и обеспеченности людей рекреационными угодьями и принимая во внимание предложения биологов [3], географов [1] и градостроителей [7], мы вправе допустить, что в средней полосе нашей страны такого рода территории должны занимать не меньше трети или четверти всей площади.

Размещение охраняемых и слабо эксплуатируемых природных угодий должно зависеть в равной мере и от природных свойств земель, и от социально-экономических причин. Из антропогенных факторов существенно расположение по отношению к поселениям и транспортной сети, влияющее на ценность угодий, их доступность и посещаемость людьми; из природных факторов — тип ландшафта, местности, урочища и положение участка относительно природных транспортных линий и барьеров, в роли которых выступают прежде всего линии стока и водоразделы.

Подвляющее большинство ландшафтов, нуждающихся в охране и восстановлении для превращения их в парки и заповедники, так или иначе связано с водой: они расположены у берегов морей и озер, на водоразделах, в поймах и истоках рек [6]. К водоемам примыкают почти все земли, ценные для

летнего отдыха в странах умеренного климата. Четыре главные причины делают необходимой усиленную охрану прибрежных ландшафтов: их биоценотическое богатство, повышенная уязвимость, высокая рекреационная ценность и санитарное значение водоемов. Последнее обстоятельство было частично учтено при выделении водоохранных лесов. Теперь нашим идеалом должна стать сплошная сеть природных заповедников и парков, согласованная с рельефом местности и водами.

В одних районах усиленно охраняемые природные ландшафты лучше совмещать с главными водоразделами и горными хребтами (Кавказские и Уральские горы, Западно-Сибирская равнина), в других — с долинно-балочной сетью и побережьями (нечерноземная и черноземная Центральная Россия, советская Прибалтика), но в той или иной мере должны быть малоизмененными как верховые (приводораздельные), так и низовые (прибрежные) земли. Застраивать и распахивать в значительной степени можно лишь переходные урочища, разделяя их достаточно широкими лесолугопарковыми коридорами, а также вершины изолированных холмов и их выпуклые, водорассеивающие отроги.

Границы и контуры всех земельных угодий и сооружений в культурном ландшафте должны располагаться под неслучайными, экологически обоснованными углами к береговым линиям, тальвегам и изогипсам: в большинстве случаев параллельно или перпендикулярно к ним. Прямоугольные поля допустимы лишь в той мере, в какой они не мешают согласованию землеустройства с орогидросетью.

Лесопарковые ареалы, вкрапленные в сельскохозяйственные земли и застройку, могут быть островными, ленточными и узловыми. Ведущее место в культурном ландшафте должны занять широкие ленточные лесолугопарки, дополняемые встроенными в их сеть сравнительно узкими лесополосами и живыми изгородями из деревьев и кустарников. Основой для ленточных парков должны стать речные долины, поймы, берега, прибрежные террасы озер и морей, вытянутые озера и проливы, каналы, арыки, ручьи, овраги; для узловых расширений — устья рек, их истоки из озер; для островных массивов — малые озера, пруды, верховые болота, западины, воронки, провалы, колоды, рекультивированные карьеры, вершины гор и холмов. Узловое положение в зеленой сети наиболее выгодно для заповедников, потому что обеспечивает и большую ширину массива, окаймленного охранными и буферными зонами, и связи с соседними биоценозами. Островные урочища более уязвимы и менее желательны, они нуждаются в усиленной охране, включая ограживание.

Огромный и непоправимый ущерб наносит природе уничтожение пойменных, в том числе дельтовых ландшафтов, спрям-

ление меандрирующих рек, лишение земель пойменного режима [4]. В нашей стране широкие поймы больших равнинных рек расчлениают многие города и представляют большой соблазн для градостроителей. Столь же удобными кажутся загородные речные террасы для сельского хозяйства и строительства баз отдыха. С позиций экологии с этим нельзя согласиться. Вне городов затопляемые поймы должны обладать режимом заповедников, заказников или рекреационных парков, а в городах отводиться под парки культуры и отдыха или гидрозоопарки с расположением многих путей и сооружений на мостках и сваях. Внутригородскому сообщению поймы не мешают, если пересечь их несколькими эстакадами без насыпей, идущими там же, где проходили бы обычные редко расположенные транзитно-транспортные улицы и автодороги при сплошной застройке. Компенсировать недостаток территории можно сооружением высотных зданий, в том числе многоэтажных заводов и фабрик, на суходольном плакоре. Берега рек, лишившиеся пойменного режима и закованные в набережные, тоже должны стать сплошными парками.

Проникновению элементов природного ландшафта в города способствуют овраги и крутые склоны. Большие и глубокие овраги надо не засыпать, а освобождать от грязных потоков, очищать от хлама и ветхих построек и превращать в парки, даже в огороженные микрзаповедники — убежища синантропной фауны; заполнять каскадами небольших прудов и бассейнов, оставляя место для озелененных террас и аллей в глубине оврага, изолированной от городского шума и вида. Задача облегчается тем, что современные большие здания, требующие простора, ровного места и соответствующего малоэтажного или редко застроенного функционального окружения, сами удаляются от сложных по своему рельефу речных долин и овражных сетей. Падение судоходного значения малых рек и концентрация причального хозяйства на больших реках способствуют тому, что постройки в городах отодвигаются от берегов и дают место зеленым насаждениям. Применение моторного транспорта на малых водоемах должно быть всемерно ограничено, а список рек и озер, на которых он запрещен, должен и впредь неуклонно расти.

Сложно и проблематично влияние на окружающую среду многочисленных водохранилищ, создаваемых на малых реках Восточно-Европейской равнины. Они мелки, объем их по сравнению с занимаемой площадью невелик, но подтопленные или косвенно измененные территории значительны. С одной стороны, водохранилища полезны, потому что увеличивают регулируемые запасы воды, позволяют организовать рыбное хозяйство; удлиняются берега и пляжи, появляются заливы и бухты, желанные для стационарного отдыха с массовым купанием и



катанием на лодках. С другой стороны, вырубаются разнообразные и красивые склоновые леса, остаются сырые и сумрачные плакорные. Сооружаемые среди них пионерские лагеря, пансионаты, дома отдыха оказываются излишне затененными, но при вырубке леса местность заболачивается. Сырой, неустойчивый грунт ельников и других глубинно-лесных формаций, оказавшихся рядом с густо населенными объектами, не выдерживает вытаптывания, превращается в грязное месиво; дорожки приходится бетонировать и огораживать, что удаляет людей от природы. Возрастает обилие комаров. Вместе с малыми реками исчезают пойменные луга, черемуха, соловей, а с ними и чарующие пейзажи [5]. Холмистая местность превращается в монотонную сырую равнину, на которой без промежуточных, переходных (экотонных) зон резко контрастируют лишь три элемента: зеркало водоемов, лес и поля, поскольку всё остальное при упрощенном, близоруко-утилитарном подходе к природопользованию считается излишним. Ухудшаются условия, ослабляются стимулы для прогулок и туристских походов, пеших и водных, т. е. тех активных, комплексных видов рекреации, которые лучше всего оздоравливают людей физически и психически.

Малые водотоки особенно страдают от дорожного строительства: вместо мостов на них везде, где только можно, применяются насыпи с трубами, диаметр и расположение которых зачастую не соответствуют половодьям и паводкам. От этого вдоль дорог пол-лета стоят лужи, отнимая площадь у пашни, под которой они числятся; подтопляются и чахнут деревья в долинах и балках. Погибающие деревья и полузатопленные кустарники обезображивают местность и в мелководных верховьях неряшливо сделанных прудов, чьи непрочные плотины ежегодно прорываются внешними водами. Нам представляется, что все гидротехнические и дорожные сооружения должны обладать двусторонней экологической функцией: не только защищать продукты труда от стихийных сил природы, но и беречь природный ландшафт от нежелательных нарушений человеческой деятельностью. Нужны, например, достаточно длинные мосты с предмостными эстакадами, перекрывающими всю пойму, а то и долину малой реки; крупнопористые и сборно-решетчатые мостовые и дорожные насыпи (нечто среднее между насыпями и эстакадами), по своей водопроницаемости мало отличающиеся от вытесненных ими естественных грунтов.

Никакие учреждения не должны занимать и перегораживать береговую полосу; вдоль реки и вокруг озера по суше всегда должен оставаться неприкосновенный свободный проход. Пляжи, причалы и купальни, принадлежащие прибрежным учреждениям отдыха, должны отделяться от них полосой земли

общего пользования. Стихийный, плохо контролируемый «захват» и перегораживание берегов различными базами и лагерями отдыха с преимуществами для первого завладевшего несовместим с принципами социализма [2]. Ежегодная установка на одном и том же месте «временных» палаточных лагерей и их разборка осенью означает, что фактически эти базы отдыха постоянны, но на их возобновление напрасно тратятся средства и труд. Их надо заменить капитальными сооружениями, расположенными подальше от воды, либо запретить их на данном месте раз и навсегда.

Пора со всей серьезностью поставить вопрос о сохранении и охране малых рек, их долин и пойменной растительности в качестве биоценотических, сельскохозяйственных и рекреационных ресурсов, как резервного фонда, основы и каркаса будущей глобальной сети природных парков и заповедников суши.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Арманд Д. Л. Нам и внукам. М.: Мысль, 1966. 254 с.
2. Бауэр Л., Вайничке Х. Забота о ландшафте и охрана природы. М.: Прогресс, 1971. 264 с.
3. Дорст Ж. До того, как умрет природа. М.: Прогресс, 1968. 416 с.
4. Ленёва А. Оскальпированная Земля. М.: Прогресс, 1972. 284 с.
5. Родоман Б. Б. Предложения о планировке Подмосковья в связи с задачами рекреации и охраны природы. — В сб.: География Москвы и Подмосковья. М.: издание Моск. филиала Геогр. об-ва СССР, 1973, с. 136—145.
6. Эренфелд Д. Природа и люди. М.: Мир, 1973. 254 с.
7. Doxiadis C. A. Ekistics. An Introduction to the Science of Human Settlements. N. 4., Oxford University Press, 1968. 527 p.

## THE HYDROGRAPHICAL NETWORK AS THE BASIS OF NATURAL PARKS AND NATURE RESERVES

B. B. Rodoman

### Summary

To preserve the territorial integrity of a natural landscape it is necessary to give it the form of a network consisting of natural parks and nature reserves mostly extending like ribbons along the banks of rivers, the shores of lakes and seas, and also along the most important watersheds. The boundaries and contours of all farmlands and structures in man-made landscapes should run not at accidental but at ecologically determined angles in relation to the bank- and shorelines. Especial care should be taken to protect the water-meadows and valleys of small rivers as well as the ravines and swamplands.

## КОМПЛЕКСНАЯ ОХРАНА ОЗЕР ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ

В. П. Чижова, А. В. Петров, А. В. Рыбаков

Московский государственный университет

Комплексная охрана водоемов подразумевает сохранение всех компонентов природной среды, оказывающих на них прямое или косвенное воздействие. В этих целях необходимо организовать централизованное координированное использование водоемов и прилегающих к ним территорий.

Важным видом использования водных объектов является развитие туризма на их берегах. Наибольшей привлекательностью и информативностью в природе обладают, как известно, экотоны и, в частности, береговые полосы. Побережья рек, озер и морей — излюбленные места отдыха людей. Чрезмерная нагрузка, неправильная организация отдыха приводят к дигрессии прибрежных ландшафтов. Одной из форм наиболее эффективной и рациональной организации прибрежных территорий для отдыха при одновременной охране их природы являются национальные парки (НП).

Территория НП может как полностью передаваться в руки администрации парка, так и сохраняться в ведении прежних землепользователей. Во втором случае администрация осуществляет контроль за деятельностью хозяйственных организаций.

Водные объекты в НП являются их важными структурными элементами, а иногда и их ядрами, как, например, в НП «Гауя», «Севан», Литовском НП, а также в проектируемых Шацком, Чивыркуйском НП и др. Рациональное хозяйственное и в том числе рекреационное использование этих парков достигается их функциональным зонированием, которое зависит от конкретных условий.

Функциональное зонирование Литовского государственного национального парка не предусматривает выделения специальных зон для охраны озер. Тем не менее существование здесь 76 озер, определяющих довольно значительную озерность тер-

ритории (16%), вызывает необходимость разработки комплексных мероприятий, связанных с их охраной. Это глубокие (до 30—40 м) водоемы ледникового происхождения; почти все они связаны между собою цепью небольших рек и ручьев.

Функциональное зонирование Литовского НП очень разнообразно. Наряду с выделением основных трех типов зон (с ведущей охранной функцией, рекреационной и производственной), существует еще 10 более мелких подзон, среди которых следует отметить два гидрологических заказника, созданных для охраны вод озер Дрингис и Асалнай, а также подзону промыслового рыболовства [2].

С самого первого дня их создания НП пришлось столкнуться с целым рядом трудностей. Здесь располагаются земли трех колхозов, рыбхоза и лесхоза, и всего 10 га принадлежит собственно дирекции парка. Это в основном неудобные для использования земли. На берегах озер издавна располагаются животноводческие фермы, которые своими отходами загрязняют воду. Много сложностей, особенно в первое время, было связано с многочисленными туристами (главным образом самодельными), а также с рыбаками-браконьерами.

За 5 лет существования НП были достигнуты значительные успехи в улучшении охраны природных комплексов озер. Так например, с 1978 г. рыбхозу разрешена ловля рыбы лишь на 14 из 76 озер парка. Туристам для рыбной ловли необходимо получать платное разрешение дирекции. Ловить рыбу бесплатно позволено только местным жителям, дома которых расположены на расстоянии не более 1 км от озера, причем утверждены специальные нормы вылова рыбы в день.

Большой вред озерам наносили раньше моторные лодки. Согласно действующему положению о НП, передвижение на моторных лодках разрешено теперь только на двух озерах и то только работникам рыбоохраны для эффективной борьбы с браконьерством.

Важной задачей охраны водных объектов парка является уменьшение рекреационного воздействия на озера и их побережья. Для этого в НП оборудованы специальные стоянки для организованных и самодельных туристов; для отдыхающих на турбазе «Игналина» перед выходом в маршруты проводятся специальные занятия по вопросам поведения в национальном парке.

Другой озерный НП -- «Севан» расположен в горном районе. Его территория охватывает узкую полосу суши между современным урезом воды и кольцевой автодорогой вокруг озера, а также всю акваторию озера (125 тыс. га от 150 тыс. га общей площади парка).

Озеро Севан издавна привлекало внимание ученых, занимающихся вопросами охраны природы. В настоящее время на

берегах озера расположено более 130 предприятий, большинство из которых сбрасывает в водоем свои отходы без всякой очистки. Особенно большой вред приносят озеру молочно-товарные и животноводческие фермы, поставляющие в прибрежные воды огромное количество органического вещества [1]. Это в свою очередь вызывает увеличение с каждым годом количества сине-зеленых водорослей в так называемом прибрежном «поясе загрязненных вод» и цветение водоема. Развитию этого процесса способствует и смыв с обрабатываемых сельскохозяйственных земель химических удобрений. Их несут в озеро 28 рек общей протяженностью вместе с притоками около 1000 км.

Несмотря на такое обилие впадающих рек, уровень озера постепенно понижается. В 50-е годы огромная часть воды была спущена в связи с окончанием строительства Севанской ГЭС. С тех пор уровень озера упал на 18 м. В настоящее время основной причиной его падения является орошение. С целью стабилизации уровня воды в Севане построен канал длиной 49 км для переброски в озеро вод р. Арпа. Намечается также ряд мероприятий по сокращению забора воды из Севана на нужды орошения, в том числе строительство 18 водохранилищ в смежных бассейнах, что должно привести к повышению уровня воды в озере к 2000 г. на 6 м.

Переброска вод Арпы в озеро Севан направлена не только на стабилизацию уровня озера, но и на уменьшение эвтрофикации его вод. В то же время можно ожидать и противоположного эффекта: планируемый подъем воды приведет к затоплению огромного количества органической массы, в том числе тех искусственных лесов, что с большими затратами времени, средств и ручного труда были посажены на освободившейся из-под вод озера прибрежной территории.

Создание НП на озере и окружение его широкой охранной зоной, занимающей всю Севанскую котловину, позволит повысить эффективность работ по предотвращению загрязнения озера. Для этого планируется строительство вокруг озера кольцевого коллектора, в который после предварительной очистки будут сбрасываться коммунальные и производственные отходы. Воды из коллектора будут поступать в р. Раздан ниже ГЭС.

Функциональное зонирование парка также направлено на охрану водных ресурсов. В НП намечено создание пяти заповедников, где будет установлен режим комплексной охраны всех компонентов среды. Все реки, впадающие в озеро, предполагается сделать заповедно-нерестовыми с охранной полосой 50—100 м. Часть из них уже объявлена таковыми специальным постановлением Совета Министров Армянской ССР.

Севан давно является местом притяжения большого числа туристов. С созданием НП возрастает роль озера как центра

организованного отдыха трудящихся. В связи с этим необходима правильная организация территории для рекреации.

В настоящее время основная рекреационная зона находится на северном побережье. Однако после подъема уровня воды в озере дальнейшее развитие материально-технической базы здесь будет затруднено из-за неблагоприятного геологического строения территории. В связи с этим перспективной рекреационной зоной, которая впоследствии станет основной, является южное побережье. По мнению архитекторов, здесь будет возможно разместить до 2 тыс. чел. Западное побережье будет выполнять роль резервно-рекреационной зоны, освоение которой начнется после того, как нагрузки на основную южную зону достигнут максимально допустимых величин.

Таким образом, необходимость комплексной охраны водных объектов и, в частности, озер, не подлежит сомнению. Национальные парки, на наш взгляд, являются как раз той основной формой организации территории, которая позволяет наиболее полно и последовательно решить эту задачу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян Д. Э., Погосян У. Г., Овсепян Т. А. Гигиенические аспекты антропогенного эвтрофирования высокогорного озера Севан. — Антропогенное эвтрофирование природных вод. Тез. докл. на 2-м Всес. совещ., Звенигород, 1977, т. 2. Черноголовка, 1977, с. 269—274.
2. Кудабя Ч. Национальный парк в Литве. — Наука и жизнь, 1977, № 9, с. 80—85.

### FOUNDATION OF NATIONAL PARKS AS A MEASURE FOR ALL-ROUND CONSERVATION OF LAKES

V. P. Chizhova, A. V. Petrov, A. V. Rybakov

#### Summary

The article discusses the necessity of setting up national parks to ensure complete conservation of the more valuable lakes. The advantages of this form of conservation are analysed by referring to the Lithuanian and Sevan national parks as examples. The authors point out the peculiarities of the functional zones in the national parks founded around lakes, the interrelations of the protection of lakes and the rational exploitation of the natural resources of the surrounding territory, and also the difficulties arising in this connection in founding national parks.

### КАРСТ ПАНДИВЕРЕСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ И ОХРАНА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Ю. И. Хейнсалу

Институт геологии Академии наук Эстонской ССР

Пандивереская возвышенность (фото 5), с абс. высотой коренных пород около 130 м, является восточной частью Северо-Эстонского водораздела [1]. Возвышенность оконтурена полосой карстовых источников на абс. высоте 75—100 м. С юга, запада и востока Пандивереская возвышенность окаймлена болотами или заболоченными участками. Речная сеть в центральной части возвышенности на территории более 1300 км<sup>2</sup> отсутствует. Единственными реками здесь являются Валгейги и Лообу, которые начинаются в центральной части возвышенности и текут по прямолинейным древним долинам к северо-западу. Они берут начало из карстовых источников, и их долины связаны с зонами тектонической трещиноватости. На возвышенности имеются некоторые временные ручьи, поглощающиеся карстовыми воронками. Естественные постоянные озера в ее центральной части отсутствуют. Озеро Поркунн, питающееся карстовыми источниками, является запрудным. Временные озера существуют только в периоды высокого уровня карстовых вод. На склонах возвышенности встречаются источники озерки.

Пандивереская возвышенность сложена известняками и доломитами ордовика и силура. Коренные породы покрыты четвертичными отложениями, представленными мореной, флювиогляциальными отложениями и др. Мощность их на больших территориях обычно не более 0,5—3 м; изредка она превышает 10 м.

На Пандивереской возвышенности встречаются современный и древний карст. Современными поверхностными карстовыми формами являются карры, зияющие трещины, разнообразные воронки, ложбины и котловины. Древний погребенный карст встречается под четвертичными отложениями в виде карров, трещин, воронок, ложбин и долин. На участках древнего карста часто развиты современные карстовые явления.

Наиболее распространенными карстовыми формами являются воронки и ложбины. Ширина их в большинстве случаев не более 10 м, а глубина — 4,5 м. В редких случаях воронки и ложбины имеют ширину 40—50 м. Среди воронок можно выделить конусообразные, чашеобразные и блюдцеобразные. Развитие их происходило в результате различных процессов, среди которых наибольшее значение имеют коррозия, суффозия, эрозия, провалы и проседания.

Большинство поверхностных карстовых форм расположено группами, образующими небольшие по размерам карстовые участки и поля. На Пандивереской возвышенности известно 12 карстовых полей площадью от 10 до 100 га. Количество карстовых воронок и ложбин на полях достигает 80. Карстовые участки, к которым отнесены группы карстовых воронок площадью 0,5—10 га, известны более чем в 150 местах. Количество воронок и ложбин на таких участках доходит до 10. На возвышенности встречаются также десятки отдельных карстовых воронок, расположенных далеко от карстовых участков и полей.

Поверхностные карстовые формы связаны обычно с пониженными участками и слепыми долинами. Это объясняется тем, что поверхностные воды собираются весной, а иногда и летом и осенью после обильных дождей в пониженных местах, вызывая интенсивное развитие карста. Кроме того, такие пониженные участки и слепые долины расположены часто в местах погребенных доледниковых карстово-денудационных форм. В таких местах в голоцене могло происходить более интенсивное развитие карстовых воронок за счет выноса песчано-глинистых четвертичных отложений в древние карстовые полости.

Водопоглощающая способность карстовых воронок резко различна и может со временем меняться по мере образования новых или закупоривания старых понор. Большинство воронок способно поглощать воды до 5 л/сек; нередко встречаются воронки, которые поглощают более 20 л/сек. На многих карстовых участках поглощается больше воды, чем суммарно всеми воронками. Это объясняется благоприятными условиями инфильтрации на площадях, расположенных между карстовыми воронками.

Весной через карстовые воронки, поля и участки происходит поглощение большого количества воды и усиленное питание подземных вод. Вода заполняет мелкие, но очень частые подземные полости. Ширина их редко доходит до 1,5 м, а высота — до 1 м. Обычно они представлены расширенными коррозией трещинами и кавернами шириной до 10—30 см. Количество и размеры карстовых полостей уменьшаются с глубиной, причем наиболее закарстованными являются известняки и доло-



миты до глубины 10—15 м. На глубине более 25—35 м карстовые полости уже редки.

Характер и расположение карста Пандивереской возвышенности во многом зависит от тектонической трещиноватости коренных пород. Поверхностные карстовые формы имеют здесь часто продолговатую форму, вытянутую вдоль какой-либо системы трещин. Многие карстовые участки и поля расположены в пределах зон тектонической трещиноватости. Эти зоны на Пандивереской возвышенности очень часты и имеют, в основном, северо-восточное и северо-западное направление.

В районе Пандивереской возвышенности можно выделить три пояса карстовых источников. Первый пояс охватывает верхнюю часть склона возвышенности. Источники имеют здесь особенно изменчивый дебит. Второй пояс расположен на наиболее крутой части склона и характеризуется наибольшим количеством источников, многие из которых настолько водообильны, что нередко дают десятки и даже сотни литров воды в секунду. Третий пояс источников окаймляет возвышенность и охватывает территорию, имеющую местами ширину до 10—20 км. Здесь встречаются в основном малodeбитные восходящие источники, благоприятствующие развитию болот.

Источники карстовых вод всех трех поясов располагаются обычно группами, имеющими разный характер, размеры территории и дебит. Встречаются как временные, так и постоянные источники (фото 6 и 7). Они питают многие реки и ручьи (фото 8), которые берут начало на склонах Пандивереской возвышенности [3]. Наиболее важную роль в питании поверхностных водотоков имеют постоянные источники второго пояса. Участки их имеют длину от нескольких десятков метров до 1 км, а ширину от 20 до 500 м.

Очень богат источниками южный склон Пандивереской возвышенности, особенно Норраский подрайон [5]. Здесь на территории около 30 км<sup>2</sup> имеется 11 обособленных групп карстовых источников. Площадь поверхностного водосбора четырех правобережных притоков р. Пылтсамаа, питающихся источниками, не превышает 65 км<sup>2</sup>. В этом районе преобладают восходящие источники, образующие местами живописные озерки. Наиболее водообильными являются источники Острику и Выллингу со средним дебитом более 200 л/с.

Все источники Норраского подрайона решено взять под государственную охрану. Кроме того, Комиссией по охране природы АН ЭССР предложено взять под охрану еще более 30 источников Пандивереской возвышенности. Все эти источники имеют большое водохозяйственное и научное значение, украшают ландшафт и являются местом обитания своеобразной фауны и флоры. Зимой к крупным и незамерзающим источникам и их ручьям приходят на водопой дикие животные, на

источниковых озерах живут водяные птицы. С каждым годом возрастает количество туристов, посещающих наиболее красивые источники.

Запасы карстовых вод Пандивереской возвышенности имеют огромное значение в обеспечении Северной Эстонии подземной и речной водой. Поэтому их надо охранять и рационально использовать [2; 4]. В последние десятилетия уровень карстовых вод местами существенно снизился и водообильность многих колодцев и источников уменьшилась. Это произошло из-за углубления рек и ручьев, осушения земель дренажной сетью и в результате большого водопотребления промышленными предприятиями и сельским хозяйством. Мелиоративными работами обусловлено уменьшение питания карстовых вод поверхностными через карстовые воронки. Поверхностные карстовые формы, имеющие большое значение в пополнении запасов подземных вод, нужно охранять от заполнения и закупоривания. По возможности в такие воронки нужно отводить чистые поверхностные воды. На участках сильной разгрузки карстовых вод в виде источников не следует проводить мелиоративные работы, вызывающие увеличение их стока.

Природная защищенность карстовых вод Пандивереской возвышенности недостаточна из-за малой мощности четвертичных отложений, высокого уровня подземных вод и сильно развитого поверхностного и погребенного карста. В таких условиях загрязненные поверхностные воды могут быстро проникать в верхний водоносный горизонт.

Карстовые воды возвышенности местами уже имеют низкое качество из-за загрязнения. Часто это связано с недостаточным количеством или малой мощностью очистных сооружений. Нередко они функционируют плохо. Подземным и поверхностным водам иногда наносят много вреда сточные воды сельскохозяйственного производства и аварии в хранилищах нефтепродуктов.

Воды Пандивереской возвышенности необходимо строго охранять от загрязнения. Для этого необходимо везде организовать высококультурное производство и постоянно заботиться об охране водных ресурсов и их качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геология СССР, т. 28. Эстонская ССР. М., 1960, 512 с.
2. Гидрогеология СССР, т. 30. Эстонская ССР. М., 1966. 312 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 4. Прибалтийский район, вып. 1. Эстония. Л., 1972. 421 с.
4. Aruja, M., Eipre, T., Kink, H., Maastik, A., Tšeban, E. Pandivere piirkonna kaitseks. — Eesti Loodus, 1976, nr. 9, lk. 548—555; nr. 10, lk. 628—634.
5. Heinsalu, Ü., Kupitsov, A. Norra karstiallikate piirkond — perspektiivne looduskaitseala. — Rmt.: Põhjaee kasutamisest ja kaitsest Eesti NSV-s. Tallinn, 1978, lk. 106—121.

# THE KARST OF THE PANDIVERE UPLAND AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

U. J. Heinsalu

## Summary

The Pandivere Upland in North Estonia is made up of limestones and dolomites overlain by a thin layer of Quaternary deposits. In many places the bedrock is highly karstic. For this reason there is no river network on an area of more than 1300 km<sup>2</sup>. The waters accumulated in the karst clefts and cavities emerge at the foot of the Upland in the form of a great many springs and give birth to numerous brooks and rivers. The underground water resources of the Pandivere Upland are of great economic importance. The karstic sink holes in the Upland should be protected from clogging and pollution; at the same time much more clean water should be directed into them.

## **РЕЖИМ, РЕСУРСЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ВОД ПАНДИВЕРЕСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ ЭСТОНИИ**

**Т. Ф. Эйпре**

Таллинская гидрометеорологическая обсерватория

Значительные расхождения в характеристиках стока соседних рек, стекающих с Пандивереской возвышенности, полученные в 40-ых и 50-ых гг., заставили разработать детальный план изучения причин формирования стока в условиях закарстованности речных бассейнов и под действием других факторов, вызывающих пестроту в распределении стока на Северо-Эстонском плато. С этой целью в 1958 г. было начато изучение дебита родников и стали проводиться съемки минимального стока.

При анализе этих съемок выяснена необходимость сбора подробных сведений о геологическом строении и тектонических разломах территории, о палеодолинах и карстовых явлениях в рассматриваемом районе. Основное внимание при проведении этих работ было уделено изучению Пандивереской возвышенности (фото 5), как основному бассейну формирования подземных и поверхностных вод, которые имеют большое практическое значение для водообеспечения Северной Эстонии.

Через Пандивере (рис. 1) проходят три основных водораздела рек Эстонии, впадающих в бассейны Чудского озера, Финского и Рижского заливов. Здесь изучен сток 13-ти рек. Это позволит рассмотреть результаты исследований рассматриваемой возвышенности, имеющей общую площадь 5443 км<sup>2</sup>. На гидрографической карте оконтурена территория площадью 1375 км<sup>2</sup>, на которой поверхностная гидрографическая сеть практически отсутствует. Этот участок является наиболее крупным естественным инфильтрационным бассейном Прибалтики.

Основной работой в первые годы исследований был учет родников (фото 6 и 7), их регистрация, составление учетных карточек и каталога родников. Установлено кольцо родников.

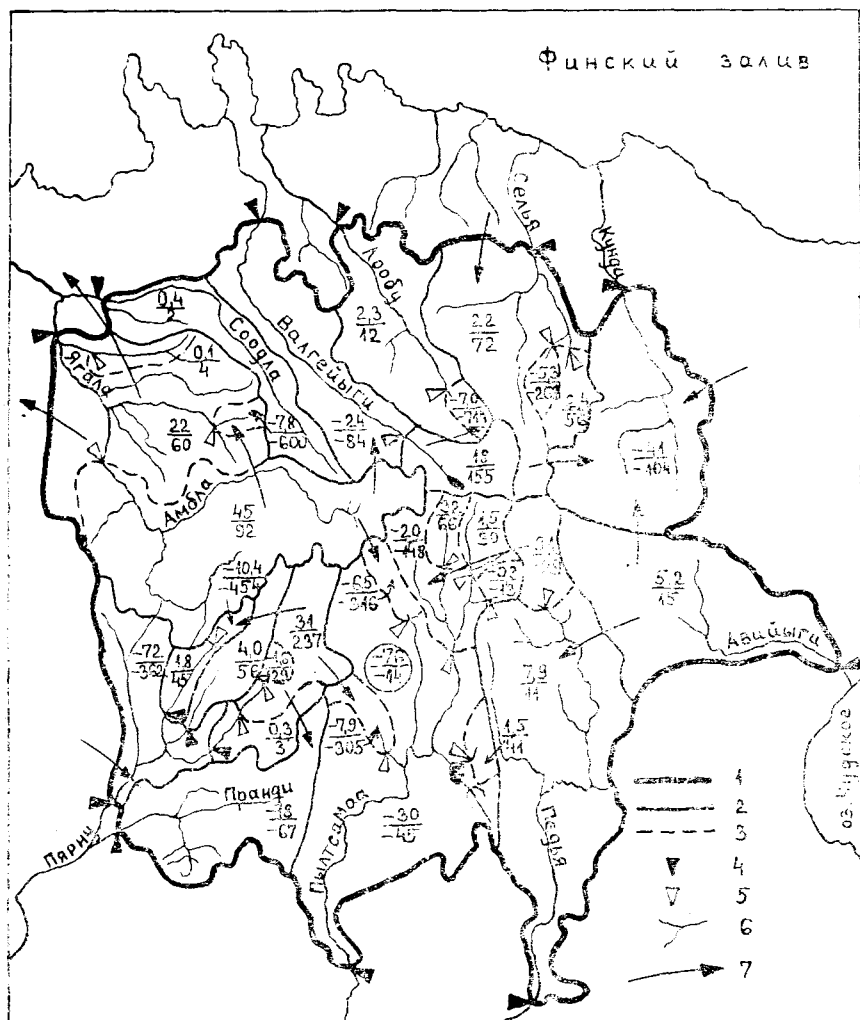


Рис. 1. Схема глубокого подземного водообмена на Пандиверской возвышенности. 1 — водораздел исследуемого района; 2 — водораздельные линии отдельных рек; 3 — водоразделы временно действующих постов; 4 — замыкающие гидростворы; 5 — временно действующие посты на родниковых водотоках; 6 — реки и ручьи; 7 — предполагаемые направления водообмена между соседними бассейнами и с окружающей территорией. Цифрами показана средняя многолетняя инфильтрация на питание глубоких подземных вод (+) и разгрузка артезианских и карстовых вод в речных бассейнах (—) (в числителе  $\text{млн. м}^3$  в год, в знаменателе  $\text{мм}$  слоя). В кружке — разгрузка по всему бассейну.

которые окружают инфильтрационный бассейн, с густой сетью карстовых воронок, трещин и впадин. В течение 15 лет был изучен сток полусотни родников, для которых выведена норма стока. Наиболее крупные родники и родниковые водотоки имеют сток 10 млн. м<sup>3</sup> в год, или 300—400 л/с, а весь сток изученных объектов составляет 197 млн. м<sup>3</sup> в год, или 6,3 м<sup>3</sup>/с. Это в 2 раза больше, чем потребляет г. Таллин в настоящее время (при населении 430 тыс. человек и значительной промышленности).

Для использования стока родников в целях сельскохозяйственного орошения наибольший интерес представляет наименьший средний расход за июнь и июль, который составляет 5 м<sup>3</sup>/с, или 25,4 млн. м<sup>3</sup> за эти два месяца. При норме орошения 200 мм этой водой можно дождейать 12 000 га сельскохозяйственных угодий.

В связи с этим представляет интерес схема глубокого водообмена, который вычислен по известной формуле  $\pm W = O - C - U$ , где:  $W$  — средняя многолетняя инфильтрация в глубокие водоносные горизонты в области питания подземных вод (+) или величина артезианского (карстового) стока в области их разгрузки (—), или разность между ними;  $O$  — осадки,  $C$  — общий сток,  $U$  — эвапотранспирация [1]. По расчетам установлены речные бассейны, в которых происходит инфильтрация (+) или разгрузка (—), причем на территории в целом происходит среднемноголетняя разгрузка подземных вод в количестве 76 млн. м<sup>3</sup> в год (рис. 1).

Основное значение для водного хозяйства имеет минимальный сток рек. Для изучения этой характеристики были особенно благоприятные маловодные условия с 1963 по 1977 гг., причем некоторые периоды были катастрофически маловодными. По многократным площадным съемкам и на основании результатов наблюдений на временных и постоянных (опорных) постах составлена карта минимального стока по 90 створам с величинами площадей 10—250 км<sup>2</sup>. Пределы колебаний модулей минимального стока от —4 до 27 л/с км<sup>2</sup>. Эти величины получены в результате приведения на основании нормы летнего 30-ти дневного среднего минимума на опорных постах [2].

Для рассматриваемой территории норма минимального стока равна 3,11 л/с км<sup>2</sup>, что лишь на 14% больше, чем для Эстонии в целом (2,73 л/с км<sup>2</sup>); при этом поражает большой диапазон изменений этой величины, причем установлены участки с потерей стока (—).

Для данной территории можно было вывести характеристики среднемноголетнего общего и подземного стока рек по 30 пунктам наблюдений [3; 4; 5]. При различной величине площадей модули общего стока отдельных водосборов колеблются в пределах 2,4—32 л/с км<sup>2</sup> поверхностного водосбора, а для

территории в целом модуль равен 9,16 л/с км<sup>2</sup> (288 мм, или 1,58 км<sup>3</sup> в год), что на 13% больше, чем модуль стока по республике в целом.

Величина среднего многолетнего подземного стока в реки колеблется для отдельных водосборов в пределах слоя 32—800 мм, и в целом по рассматриваемому бассейну составляет 800 млн. м<sup>3</sup> в год. Картографированием подземного стока установлены бассейны, в которых дождевые воды инфильтрируются, перемещаются и разгружаются по подземным артериям в соседние реки (фото 8).

В Северной Эстонии сосредоточены основное население и промышленность республики, и в маловодные периоды наблюдается острый недостаток в воде. Вся республика и города (кроме Таллина и Нарвы) используют для своих нужд подземные воды. Для правильного решения вопроса водообеспечения исследования, проведенные Гидрометслужбой, имеют большое значение. Эти исследования нужны не только с точки зрения изучения ресурсов, но также и для правильного выбора трассы водовода из оз. Пейпси (Чудского озера).

Идея решения водной проблемы Северной Эстонии за счет ресурсов Чудского озера возникла при составлении Генеральной схемы водного хозяйства страны в начале 60-ых годов. До сих пор Таллин получает из рассматриваемого бассейна воду р. Пярну и Ягала с площади 500 км<sup>2</sup>. Имеется возможность впоследствии расширить эту систему водозабора в юго-восточном направлении до р. Пылтсамаа, которая является рекой бассейна Чудского озера, а в последующие этапы построить водовод до Чудского озера. Проведенные нами исследования подтверждают обилие р. Пылтсамаа преимущественно подземной водой, сходной по химическому составу с водой рек, до сих пор использующейся для водоснабжения г. Таллина. Ее использование не грозит опасностью появления биологических помех в существующей системе источников водоснабжения.

Измерениями минимального стока установлены потери воды в верховьях рек Ягала, Валгейги и Пылтсамаа и в нижнем течении р. Амбла, которые делают невозможным устройство водовода по их руслам без гидроизоляции. При прокладке трассы трубопровода через сильно закарстованный купол Пандивереской возвышенности существует опасность провалов, могущих привести к авариям как при строительстве, так и при эксплуатации водовода, а также к загрязнению подземных вод нефтепродуктами. С другой стороны, местами возможна интенсивная разгрузка подземных вод, обуславливающая затопление трассы. Засыпкой щебня в траншеи трубопровода создается дренаж (подземная река) на инфильтрационном участке возвышенности, который приводит к уменьшению пи-

тания глубоких подземных вод, к обсыханию большого количества шахтных колодцев и к истощению (до пересыхания) некоторых, в настоящее время обильных водой родников.

Известные до сих пор изменения в гидролого-гидрогеологических условиях, вызванные осушением земель и углублением некоторых рек на рассматриваемой нами территории, заставляют нас быть более предусмотрительными при проведении водохозяйственных мероприятий в отношении охраны природной среды уникального в Прибалтике инфильтрационного бассейна (с площади 1375 км<sup>2</sup> инфильтрация порядка 400 млн. м<sup>3</sup> в год) и рассматриваемой нами территории в целом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Великанов М. А. Гидрология суши. Л.: Гидрометеониздат, 1964. 403 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. т. 4, вып. 1, Эстония. Л.: Гидрометеониздат, 1972. 552 с.
3. Эйпре Т. Ф. Характеристики речного и родникового стока в карстовых районах Эстонии. — В кн.: Труды совещания по вопросам комплексного изучения режима поверхностных и подземных вод в карстовых районах. Л.: Гидрометеониздат, 1969, с. 96—106.
4. Эйпре Т. Ф. Подземный водообмен как фактор формирования режима стока рек Эстонии. — В кн.: Труды VI юбилейной республиканской конференции по вопросам метеорологии, агро- и микроклиматологии и гидрологии 22—25/X-1970 г. Вильнюс, 1970, с. 21—27.
5. Эйпре Т. Ф. Характеристика стока и водный баланс рек возвышенности Пандивере (Эстонская ССР). — В кн.: Влияние орошения и мелиорации на сток. Международные высшие гидрологические курсы ЮНЕСКО при МГУ, 4-я сессия, 1972. М.: МГУ, 1976, с. 50—55.

## THE REGIME AND RESOURCES OF THE KARST WATERS OF THE PANDIVERE UPLAND AND THE POSSIBILITIES FOR THEIR USE

T. F. Eipre

### Summary

The paper presents the results of a long period of hydrological research into the extensive Karst area in North Estonia. Data have been collected on the production of springs, the average and minimum outflow of the rivers as well as on the part played by ground waters in their regime. The author points out the possibilities of exploiting these valuable ground water resources in the interests of our national economy. Special attention is paid to the Põltsamaa River, which would serve as an excellent intermediate source of water if the water-main to be



built from Lake Peipsi to Tallinn were to run along the foot of the southern slope of the Pandivere Upland.

The construction of the Peipsi-Tallinn water-main across the high infiltration area of the Pandivere Upland would exhaust and pollute its ground waters. Technically the construction of the water-main across the Upland would be dangerous owing to numerous Karst phenomena, especially in places where there is a danger of earth collapses.

## **БИОГЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИХ ИСТОЧНИКИ И РОЛЬ В МАЛЫХ РЕКАХ ЭСТОНИИ**

**Э. О. Лойгу**

Таллинский политехнический институт

Малые реки республики все более и более подвергаются влиянию антропогенного фактора. Увеличение плотности населения, широкая интенсификация хозяйства, в том числе и сельского хозяйства на основе химизации и концентрации производства, способствуют изменению гидрохимического и гидробиологического режима рек. Одним из таких аспектов загрязнения является содержание биогенных веществ в воде. Количество биогенных веществ во многих малых реках настолько велико, что приводит к значительному ухудшению качества воды и нарушению биологических процессов в водоемах, в том числе и к торможению процессов самоочищения вод. Биогенные вещества поступают в водную среду либо при концентрированных выбросах (сброс коммунальных и промышленных стоков и др.), либо диффузно. Диффузное загрязнение трудно оценить и еще труднее держать под контролем, чем точечное загрязнение, поскольку смыв биогенных веществ происходит со всей водосборной площади. Регулирование диффузного загрязнения возможно лишь при создании целого комплекса водоохраных мероприятий, охватывающих всю водосборную площадь водотока в целом.

Основные источники биогенных веществ непосредственно связаны с антропогенной деятельностью человека. Биогенные вещества поступают в водоемы с атмосферными осадками, поверхностным стоком, сточными водами населенных мест и промышленных объектов.

Расчеты, проведенные нами для Эстонии, показали, что в водоемы поступает приблизительно 85% фосфора из точечных источников загрязнения и только 15% — из диффузных источников. Основное же количество азота — 80% поступает в водоемы из диффузных источников и соответственно 20% с коммунальными сточными водами. Такое же соотношение отмечено многими исследователями (табл. 1).

Таблица 1

## Источники поступления фосфора и азота в водоемы, %

Источники поступления	СССР [1]		ГДР [4]		ФРГ [2]		США [3]		Зап. Европы [5]		Финляндия [6]	
	азот*	фосфор*	азот	фосфор	азот	фосфор	азот	фосфор	азот	фосфор	азот	фосфор
1. Городские сточные воды	28	9	25	86	30	90	40	80	37	70	15	—
2. Сток с сельскохозяйственных угодий	71	90	75	14	70	10	60	20	63	30	85	—

\* 1% за счет атмосферных осадков.

Количество биогенных веществ, поступающих с осадками, зависит от географических условий и антропогенных факторов. Так, в Эстонии в районах, удаленных от промышленных центров, годовое поступление общего фосфора с атмосферными осадками на земную поверхность составляет в среднем 0,04 кг/га ( $\text{PO}_4^{3-}$  — 0,01 кг/га). Поступление аммиачного и нитратного азота соответственно составляет — 0,80 кг/га и 0,25 кг/га. При загрязнении воздуха поступление биогенных веществ с осадками возрастает. Например, в промышленных районах Эстонии загрязнение составляет: по  $\text{P}_{\text{общ}}$  — 0,42 кг/га,  $\text{NH}_4^+$  — 1,2 кг/га и  $\text{NO}_3^-$  — 2,7 кг/га.

В последнее время весьма существенным источником поступления биогенных веществ в водоемы является сельскохозяйственная деятельность человека. Вынос загрязнений, в частности минеральных удобрений, с сельскохозяйственных угодий зависит от ряда факторов, основными из которых являются: количество, способ и время внесения удобрения, рельеф местности и тип почв, интенсивность эрозионных процессов. Фосфор малоподвижен, он образует труднорастворимые соединения с солями железа, алюминия, кальция. Поэтому вынос фосфора с сельскохозяйственных угодий обычно связан с эрозией почв. В противоположность фосфору соединения азота отличаются высокой подвижностью и их вымывание значительно.

Проведенные в Эстонии исследования показали, что средний вынос фосфора и азота с лесного водосбора составляет соответственно 0,04 кг/га и 1,4 кг/га в год (табл. 2).

Вынос фосфора и азота с сельскохозяйственных угодий водосборов значительно превышает количество питательных веществ, переносимых с облесенных водосборов (табл. 3).

Вынос фосфора и азота с лесного водосбора

Водоток	Фосфор кг/га в год	Азот кг/га в год
1. р. Лоо	0,038	1,36
2. р. Вайнунэа	0,027	1,10
3. р. Ангерья	0,030	1,27
4. р. Алтья	0,039	1,58
5. р. Кахаметса	0,061	1,64
Средний	0,039	1,39

Таблица 3

Вынос фосфора и азота с сельскохозяйственных угодий

Водоток	Характер использования водосборов	Площадь водосбора (км <sup>2</sup> )	Фосфор кг/га в год	Азот кг/га в год
1. р. Пудисоо	слабо окультуренная (14% пашни)	144	0,15	4,73
2. р. Атла	34% пашни	140	0,26	6,30
3. р. Майдла	50% пашни	56	0,30	6,90
4. р. Лейвайыги	30% пашни	84	0,34	7,20
5. р. Курна	100% пашни	23	0,31	35,0
6. польдер Юлемисте	100% пашни	6,4	0,27	32,0

Основная часть годового выноса фосфора и азота попадает в воду весной с талыми водами. Содержание нитратного азота во время весеннего половодья доходит до 15—20 мгN/л.

В связи с обогащением водотоков биогенными веществами, наблюдается значительный рост макрофитов. В некоторых реках биомасса макрофитов доходила до 900 г/м<sup>2</sup> сухого вещества. Отметим, что даже при таком интенсивном зарастании только незначительные количества биогенных веществ употребляются растениями. Так, на реке Выханду в зоне интенсивного зарастания (площадь приблизительно 25 га) биомасса макрофитов составляет около 2500 т сырого веса, причем преобладают роголистник (*Ceratophyllum demersum*) и ряска (*Lemna minor*, *l. trisulca*). Расчеты показывают, что для такого интенсивного роста необходимо только 6% фосфора и 18% азота, транспортированного рекой. Во многих реках республики годовой сток биогенных веществ в 5—10 раз больше, чем их потребление растениями. Таким образом, можно сказать, что в большинстве рек республики биогенные вещества (азот и фосфор) присутствуют в концентрациях, значительно

превышающих концентрации, необходимые для интенсивного роста макрофитов. Для регулирования процесса эвтрофирования необходимо определить предельно допустимые концентрации биогенных веществ в воде. Существующие нормативы учитывают рыбохозяйственные и гигиенические аспекты качества воды и не учитывают влияния биогенных веществ на процесс эвтрофирования. Кроме того, по рыбохозяйственным нормам ПДК фосфора не регламентированы. Мы попытались определить предельно допустимую концентрацию фосфора в водах малых рек. В качестве критерия для определения предельно допустимой концентрации фосфора мы приняли экологические критерии. Как известно, эвтрофирование водоемов приводит к нарушению стабильности экосистем, происходят резкие изменения в видовом составе и численности. Загрязненные участки реки характеризуются относительно низкой численностью макроструктур, но видовое разнообразие довольно большое. Эвтрофирующие участки рек, наоборот, характеризуются большой численностью макрофитов, относящихся к немногим видам. Нами определен индекс видового разнообразия и полученные величины сопоставлены с показателями качества воды. Установлено, что за предельно допустимую концентрацию фосфора в малых реках может быть принято 0,03 мгР/л.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пичахчи И. Д., Коваль Ю. Д. Источники поступления и масштабы выноса биогенных элементов в водные объекты. — В сб.: Антропог. эвтрофир. водоемов. Тез. докл. 1-го Всес. симпоз. по антропог. эвтрофир. водоемов. Черноголовка, 1974, с. 25—30.
2. Bucksteeg H. Welche praktische Bedeutung haben die Verfahren zur Abwendung der Gewässereutrophierung? Vortragsveröff. Haus der Technik, Essen, 1966, No. 83, S. 14—27.
3. Jenkins, D., Kaufman, H. J., McGauhey, P. H., Horne, N. J., Gasser, J. Environmental impact of detergent builders in California waters. Water Res., 1973, No. 1—2, p. 265—280.
4. Kramer, D., Krüger, W., Schulz, F. Gewässer Verunreinigung durch Nährstoffe aus den landwirtschaftlichen Produktion und Massrahmen zu ihren Verbindeung. Wasserwirtschaft — Wassertechnik, 1972, № 9, S. 311—314.
5. Stumm, W. The acceleration of the hydrochemical cycling of phosphorus. Water Res., 1973, No. 1—2, p. 131—144.
6. Valve, M. Näkökohtia tyypijhdisteistä vesihuollossa. — Vesitalous, 1976, 6, S. 8—10.

# BIOGENIC ELEMENTS, THEIR SOURCES AND ROLE IN SMALL RIVERS

E. O. Loigu

## Summary

The paper discusses the results of a study of sources of biogenic elements in Estonian rivers. The greater amount (about 85%) of phosphorus comes into the water bodies with municipal and industrial waste waters. The diffuse load from agriculture represents about 15% of the phosphorus and 80% of the nitrogen pollution. The average yearly diffuse load in forested river basins was found to be 0.039 kg per ha of phosphorus and 1.39 kg per ha of nitrogen. In areas under intensive cultivation the highest values were 0.34 and 35 kg per one ha a year respectively. The limiting value of orthophosphate in small rivers was found to be 0.03 mg/l.

## **ИЗУЧЕНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ВАЛДАЙСКО-УЖИНСКОГО БАССЕЙНА**

**Г. Г. Лазукова, Е. Б. Лопатина**

Всесоюзная научно-исследовательская лаборатория туризма и экскурсий,  
Московский государственный университет

Система озер Валдайское и Ужин издавна является одним из наиболее излюбленных мест отдыха, располагающих ценными рекреационными ресурсами и характеризующихся благоприятным географическим положением по отношению к местам формирования рекреационных потребностей. За летний сезон на побережьях этих озер отдыхают в среднем до 8 тысяч человек. Удовлетворение их рекреационных потребностей должно идти не в ущерб охране природы.

Притягательность таких зон отдыха все более обостряет вопрос о формах и уровнях сопряжения их природной среды с рекреационной нагрузкой. Существующее положение может весьма осложниться при низком уровне технологического звена этой рекреационной системы и отсутствии в ней общего органа управления.

Установление рациональных норм природопользования всей территории бассейна этих уникальных озер-памятников природы — основная задача в системе общих планов природоохранной работы. Разрушение берегов при их интенсивном рекреационном использовании прямым образом влияет на весь режим этих озер (мутность воды возрастает, эвтрофикация увеличивается, кислородный режим нарушается, продуктивность водных организмов повышается [2]). Возможная степень разрушения побережий при интенсивном рекреационном использовании зависит от степени устойчивости их ландшафтов. Карта степени устойчивости природных комплексов Валдайско-Ужинского бассейна при рекреационном использовании уже нами опубликована [1].

Функциональное зонирование этой территории выявляет особенности рекреационного использования ее природных комп-

лексов. В таблице показаны элементарные ландшафты, резко отличающиеся по своей ответной реакции на рекреационное воздействие (начиная с нарушения наиболее слабых связей экологической системы). На основании этого критерия все ландшафты разделены на три группы по степени их устойчивости: I — неустойчивые (флювиогляциальная равнина с глубоким уровнем подземных вод), II — малоустойчивые (озеро-ледниковая равнина с близким уровнем грунтовых вод), III — устойчивые (ледниковая холмисто-грядовая равнина).

В таблице указаны основные виды нарушений используемых участков побережий. На основании их анализа можно делать выводы о характере природоохранных мероприятий. Как видно из таблицы, наименее устойчивые ландшафты несут наибольшую рекреационную нагрузку, чему непосредственно способствует их близость к весьма немногочисленным центрам бытового обслуживания. Некоторые участки уже требуют заповедного режима для восстановления своих рекреационных ресурсов. Задачи охраны природы и вместе с тем создания возможно благоприятных условий для рекреационной деятельности, на наш взгляд, могут наиболее эффективно решаться в более широком масштабе за счет соседних территорий, во многом непосредственно дополняющих ценные характеристики «исходной» пространственной единицы. В этом случае будет вполне возможным применение опыта национальных парков с выделением зон открытых для посещения рекреантов, и зон, закрытых временно или на длительный срок для восстановления рекреационных ресурсов. Только так можно сохранить столь привлекательные памятники природы. Вместе с тем представляется, что вся архитектурно-планировочная организация рассматриваемой рекреационной системы должна соответствовать ее основной функции в качестве рекреационно-оздоровительных зон «тихого» отдыха.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лазукова Г. Г., Лопатина Е. Б. Устойчивость ландшафтов Валдая при их рекреационном использовании. — Вестник / Московский гос. ун-т, сер. геогр., 1978, № 3, с. 89—95.
2. Покровская Т. Н. О двух путях эвтрофирования. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1978, № 2, с. 46—53.



## Нарушение природных комплексов валдайско-ужинского бассейна под воздействием рекреационных нагрузок

Природные комплексы	Типы и степень рекреационного освоения				
	Самодельные отдыхающие			Организованные центры отдыха	
	слабое освоение	среднее освоение	интенсивное освоение	среднее освоение	интенсивное освоение
1	2	3	4	5	6
1. Неустойчивые разнотравные луга на песчаных отложениях	заметная вытоптанность травостоя	сильная вытоптанность травостоя, оголение поверхности почвы			
2. Неустойчивые сосняки зеленомошники на песчаных отложениях	вытоптанность мохового и травяного покрова, сеть тропинок	сильная вытоптанность мох. и трав. покрова, разрушение верхних горизонтов почвы. Начало процессов эрозии. Прекращение возобновления древостоя	сплошная вытоптанность мох. и трав. покрова, оголение древесных корней. Эрозия почвенного покрова. Прекращение возобновления древостоя	вытоптанность мох. и трав. покрова; заметная сеть тропинок; начало процессов эрозии. Уменьшение прироста древостоя	уничтожение мох. и трав. покрова, отсутствие возобновления древостоя. Начало процессов эрозии
3. Неустойчивые сосняки брусничники на мощных песчаных отложениях	заметная вытоптанность мох. и трав. покрова	сильная вытоптанность мох. и трав. покрова. Процессы эрозии. Разрушение почв. профиля. Прекращение возобновления древостоя	отсутствие мохового и травяного покрова. Разрушение почвенного профиля. Эрозия. Оголение корней деревьев	почти сплошная вытоптанность мох. и трав. покрова. Начало процессов эрозии	полное отсутствие мох. и трав. покрова. Эродированность почвенного покрова

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
4. Весьма неустойчивые сосняки лишайниковые на мощных песчаных отложениях	значительная вытоптанность мох. и трав. покрова. Уменьшение прироста древостоя. Начало процессов эрозии. Оголение корней деревьев	сильная вытоптанность мох. и трав. покрова. Отсутствие древесного возобновления. Разрушение верхних горизонтов почвы. Процессы эрозии	полное отсутствие мох. и трав. покрова, прекращение возобновления древостоя и кустарников. Разрушение почв. профиля. Гибель древостоя. Интенсивные процессы эрозии	значительная вытоптанность мох. и трав. покрова. Отсутствие древесного возобновления. Разрушение верхних горизонтов почвы. Эрозия	полное отсутствие напочвенного покрова. Прекращение возобновления древостоя и кустарников. Разрушение почв. профиля. Гибель древостоя. Интенсивные процессы эрозии
II. 1. Малоустойчивые сосняки сфагновые на торфяниках 2. Малоустойчивые ольшанники заболоченные на торфяниках	Для стационарных стоянок ландшафты не используются				
III. 1. Среднеустойчивые ландшафты с ольшанниками и разнотравными на маломощных супесях, подстилаемых моренными суглинками			заметная вытоптанность травостоя, густая сеть тропинок		

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
2. Среднеустойчивые ландшафты с ольшаниками крапивоными на оторфованных отложениях	слабая вытоптанность травостоя		возможно заболачивание территории		
IV. 1. Устойчивые ландшафты с ельниками на моренных суглинках	появление тропинок	частичное уничтожение мох. трав. покрова и травостоя	уничтожение мохового и травяного покрова, отсутствие покрова, возобновления древостоя. Уплотнение почвенных горизонтов	вытаптывание мох. покрова, повреждение травяно-кустарничкового яруса. Появление тропинок	
2. Устойчивые ландшафты с березняками на моренных суглинках		вытоптанность травяного покрова. Сеть тропинок		появление тропинок	
3. Устойчивые осинники на моренных суглинках	слабая вытоптанность травостоя				

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	5
4. Устойчивые ландшафты с ольшаниками на моренных суглинках	слабая вытоптанность травостоя	вытоптанность травостоя, сеть тропинок			
5. Устойчивые ландшафты с разнотравными лугами на моренных суглинках	слабая вытоптанность травостоя	вытоптанность травостоя, возможны оползни на крутых склонах			

Незаполненные графы таблицы соответствуют неиспользуемым участкам.

# THE INFLUENCE OF RECREATIONAL ACTIVITIES ON THE NATURAL COMPLEXES IN THE BASIN OF LAKES VALDAY AND UZHIN

G. Lasukova, E. Lopatina

## S u m m a r y

The shores of lakes Valday and Uzhin belong to the vacational-curative type of recreational areas. The greatest recreational loads have been found to fall on those parts of the shores that are resistant to human activities to a very low degree. Tables are presented to illustrate the tolerance of various landscape units and to establish the kinds of damage caused by human interference. Some parts of the shores should be taken under protection immediately to restore their recreational resources. In the case of the remaining parts of the shores the author recommends setting apart separate zones that would be open to holiday makers and other sections that would stay closed either temporarily or for a longer period of time.

## НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ ВОД ОЗЕР ВАЛДАЙСКОЕ И УЖИН

А. Н. Попов

Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии

Признание Новгородским облисполкомом озер Валдайское и Ужин памятниками природы потребовало разработки и внедрения комплекса мероприятий, необходимых для предотвращения загрязнения, засорения и истощения водной и воздушной среды как самих озер, так и территории их водосборов, и сохранения в районе Валдая сложившегося тысячелетиями характера развития природных комплексов водной среды и суши.

Главной причиной нарушения хода естественных процессов, протекающих в бассейнах озер Валдайское и Ужин, является рост сельскохозяйственной освоенности и заселенности территории водосборов. В связи с этим за последние десять лет резко возросла интенсивность загрязнения и засорения этих озер. Поэтому озера Валдайское и Ужин, в недалеком прошлом характеризующиеся как олиготрофные (бедные растительным планктоном и питательными веществами), в настоящее время приобретают черты евтрофных (богатых растительностью и питательными веществами) со всеми вытекающими отсюда последствиями (зарастание, заболачивание, засорение и т. д.) [1].

Охрану природных вод озер Валдайское и Ужин невозможно осуществлять в отрыве от охраны других естественных ресурсов в бассейнах этих озер: без охраны недр, земель, лесов, животного мира, без рационального использования охотничьего фонда, рыбных ресурсов, без учета организации и использования акватории для целей отдыха и туризма, водного транспорта, развития сельскохозяйственного производства и самого города Валдая. Отсюда следует, что основным принципом организации охраны природных вод и других естественных ресурсов применительно к Валдайским условиям является систематическое наблюдение за загрязнением, засорением, истощением и рациональным использованием природных ресурсов. На основе

анализа материалов наблюдений необходимо проведение следующих мероприятий:

- проведение научных исследований для определения характера влияния человека на природные комплексы, с целью уточнения режимов пользования ресурсами и нормативов, регламентирующих различные виды воздействия человека на них;

- разработка и внедрение правил охраны отдельных элементов Валдайского природного комплекса;

- разработка и внедрение организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения, засорения и истощения природных вод и других естественных ресурсов в бассейне озер Валдайское и Ужин;

- создание эффективной системы управления охраны природных вод и других естественных ресурсов.

Реализация этих принципов в условиях памятника природы имеет очень важную особенность. Сущность её состоит в том, что в отличие от государственных и республиканских заповедников, памятников природы, ботанических садов и природных национальных парков, содержание которых обеспечивается специальными финансовыми ресурсами и материально-техническими средствами, памятники природы местного значения, к которым, по существу, относятся озера Валдайское и Ужин, организуются на общественных началах под эгидою местных Советов народных депутатов.

В то же время Валдай ежегодно посещает до 40 тысяч туристов со всех концов страны. За последние десять лет Валдай в форме научного туризма посетили представители более 50 зарубежных стран. Валдай является постоянной базой отдыха многих москвичей, ленинградцев, калининцев, новгородцев. Здесь функционирует туристическая база со всесоюзными маршрутами. По берегам озер Валдайское и Ужин расположены многочисленные пионерские лагеря. За последние годы Валдай превратился в один из крупнейших научных объектов комплексных исследований, посвященных многообразным аспектам взаимодействия природных процессов и хозяйственной деятельности человека.

Учитывая это, исполком Валдайского районного Совета народных депутатов принял решение «О создании постоянной научно-технической комиссии содействия охране вод и других естественных ресурсов в бассейнах озер Валдайское и Ужин, памятников природы (на общественных началах)».

Основными задачами комиссии являются:

- а) участие в организации и проведении стационарных и периодических наблюдений за загрязнением, засорением и истощением вод и других естественных ресурсов в бассейнах озер Валдайское и Ужин; сбор, систематизация и анализ материалов наблюдений; составление обзоров по результатам анализа;

б) участие в организации и проведении контроля за соблюдением норм рационального использования вод и других естественных ресурсов;

в) разработка правил охраны вод озер Валдайское и Ужин и других естественных ресурсов в бассейнах этих озер;

г) разработка рекомендаций по предотвращению загрязнения, засорения, истощения вод и других естественных ресурсов, в том числе разработка проектов годовых и перспективных планов в таких мероприятиях;

д) участие в организации и проведении широкой пропаганды охраны вод и других естественных ресурсов.

Предложения, рекомендации, проекты, разрабатываемые комиссией, утверждаются исполкомом районного Совета народных депутатов.

Комиссия состоит из 52 членов, которые входят в исполнительное бюро (8 человек) и пять рабочих групп (научных исследований, наблюдений, анализа и информации, планирования и рекомендаций, контроля и инспекций, пропаганды). Персональный состав комиссии утверждается исполкомом и состоит из представителей научных учреждений, санитарно-эпидемиологической станции, контрольных органов, промышленных, сельскохозяйственных и других предприятий и учреждений.

Борьба с загрязнением, засорением и истощением природных ресурсов не может рассматриваться как кратковременная кампания. Охрана природы — это система, которая сохранится до тех пор, пока существует человечество. Поэтому и мероприятия по охране природы в одном случае сразу дают о себе знать, а в другом — требуется время для того, чтобы ликвидировать отрицательные последствия человеческой деятельности. Этот тезис имеет важное психологическое значение, т. к. многие жители г. Валдая считают, что если немедленно все закрыть (Р. о. Сельхозтехники, банно-прачечный комбинат и т. д. и т. п.), то воды озер Валдайское и Ужин сразу станут чистыми. Это обывательский подход. В связи с этим психологический эффект деятельности комиссии состоит в том, чтобы через печать, радио, конференции и совещания доказывать, что охрана природы — дело всенародное и поэтому каждый гражданин города Валдая и района обязан внести посильную лепту в охрану природы. Организационный же эффект деятельности комиссии заключается в том, что она синтезирует научные, производственные и общественные силы и направляет их на охрану природы.

В целом, с организацией комиссии, по существу, создана активная система управления охраной и рациональным использованием естественных ресурсов в бассейнах озер Валдайское и Ужин.



## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Шилькрот Г. С. Изменения химизма вод культурных ландшафтов. — Изв. АН СССР, серия географ., 1973, № 3, с. 42—51.

## **SCIENTIFIC AND MANAGEMENT ASPECTS OF THE CONSERVATION OF LAKES VALDAY AND UZHIN**

**A. Попов**

### **S u m m a r y**

The proclamation of lakes Valday and Uzhin as natural reserves required working out and implementing the necessary measures to prevent the pollution and exhaustion of their waters, to keep pure the atmosphere and to protect the natural complexes developed in the district of Valday in the course of thousands of years. The principal factors interfering with the course of the natural processes here are the growing agricultural exploitation of the area and the increased colonization of the watershed area.

To prevent the pollution of the above-mentioned lakes a voluntary permanent scientific and technical commission sponsored by the Valday district executive committee has been set up.



Фото 1. Берег озера Пейпси в Калласте. Озеро Пейпси (Чудское озеро; 3560 кв. км) является одним из более продуктивных озер в Европе (средняя добыча рыбы ок. 30 кг на га в год). И. Кала.



Фото 2. Озеро Выртсъярв (южная часть). Озеро Выртсъярв (270 кв. км) раньше было озером ерша, а теперь главным видом ловли является угорь. И. Кала.



Фото 3. Озеро Сууръярв в долине Рюге на Хааньяской возвышенности — самое глубокое озеро в Эстонии (площадь 13,5 га, максимальная глубина 38,0 м).  
И. Кала.



Фото 4. Озеро Васкна на Хааньяской возвышенности в моренно-холмистом ландшафте (площадь 23,6 га, максимальная глубина 9,5 м). И. Кала.



Фото 5. Ландшафт на Пандивереской возвышенности. Вид с г. Келлавере в восточном направлении.  
И. Кала.



Фото 6. Ключ у Лави (на восточном краю Пандивереской возвышенности). И. Кала.



Фото 7. Родниковое озеро в Роосна-Алику (на  
западном краю Пандивереской возвышенности).  
И. Кала.



Фото 8. Верховье реки Педья. И. Кала.



Фото 9. Река Валдайка в верхнем течении (близ  
стационара Института географии АН СССР). А. Вой-  
цек.



Фото 10. Река Валдайка в среднем течении. А. Тишков.



Фото 11. Участок широкой поймы р. Валдайки (ложе бывшего водохранилища Шуйской сельской ГЭС). А. Тишков.



Фото 12. Берег озера в пойме р. Валдайки. А. Тишков.



Фото 13. Участок старого ельника (Валдайское лесничество). А. Тишков.





Фото 14. Озеро в оазисе Молодежном (Антарктида).  
Э. Кауп.



Фото 15. Донная растительность сине-зеленых водорослей в озере Верхнем в оазисе Ширмахера (Антарктида). Глубина озера 3,7 м, вид горизонтальный. 22 апреля 1976 г. Э. Кауп.

## **ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛОЖА БЫВШЕГО ВОДОХРАНИЛИЩА ШУЙСКОЙ ГЭС (р. ВАЛДАЙКА, НОВГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**А. А. Тишков**

Институт географии Академии наук СССР

Развитие сельского хозяйства в условиях Нечерноземья предусматривает расширение мелиоративных работ в поймах средних и мелких рек. Здесь сосредоточены значительные ресурсы земель, пригодных для организации пастбищ и сенокосов. Кроме того, важной проблемой остается сохранение и мелиорация земель по берегам водохранилищ и под их мелководьями. Полосы мелководий и заболоченных угодий занимают огромные площади (до 20—50% и более от площади водохранилища). Их высвобождение для хозяйственного использования — актуальная задача при планировании мелиоративных мероприятий. Обычно для этих целей рекомендуются обваловывание, снижение уровня затопления, организация дренажной системы и пр. В результате освобождения части ложа водохранилища от заливания возникают условия для начала сукцессий растительного покрова. Для практиков сельского хозяйства при решении вопросов, связанных с выбором форм использования угодий и оценкой их хозяйственной ценности, важно выявление путей естественного развития растительности. Известно, что развитие растительности пойменных земель в условиях Нечерноземья при снятии повадкового режима характеризуется сменами во времени различных луговых ассоциаций и сравнительно быстрым их облесением [1]. В соответствии с этим для сельскохозяйственного использования таких земель необходимо знание последовательности и причин смен растительности во времени и характера организации фитоценозов на разных стадиях экогенеза.

Формам антропогенных нарушений экосистем сравнительно легко можно найти аналоги в природе. Характер восстановления и саморазвития растительности после прекращения воздействия антропогенного фактора часто схож с наблюдаемыми

в природной обстановке. Мы исследовали динамику растительного покрова на месте бывшего водохранилища Шуйской сельской ГЭС на реке Валдайке (фото 9—13). Водоохранилище образовалось в 1953 г. в результате создания плотины в районе впадения р. Чернушки. Были затоплены леса, пойменные луга, болота и старицы в полосе около 1 км вдоль реки. В 1966 г. плотина была разрушена и обнажилось днище водохранилища. С этого момента гидрологический режим этой территории стал определяться стоком р. Валдайки, в истоке которой в конце 20-х годов была восстановлена плотина, регламентирующая попуски воды из системы Валдайских озер. В настоящее время паводковый режим свойствен лишь незначительной территории, примыкающей к руслу реки и берегам мелких стариц.

С момента освобождения из-под заливания амфибионтный режим днища бывшего водохранилища привел к формированию группировок ценофобных гидрофильных видов (череды, сусака, кипрея болотного, калужницы и пр.). Однако уже в период существования мелководий здесь оформилась I стадия смены растительности, представленная зарослями **хвоща топяного**, ассоциированного с плавающими и закрепленными мхами *Drepanocladus exannulatus*, *Calliergon giganteum*.

Ослабление фактора проточности, а вместе с этим — изменение режима питания, привели к начальным фазам естественного залужения (стадия II). На этом этапе формирования растительности доминируют **осоки** — **вздутая и острая**, которые замещают друг друга во времени и пространстве в зависимости от режима проточности. Из мхов в напочвенном покрове преобладают виды pp. *Drepanocladus*, *Mnium*, *Calliergon*. Осоковые луга-уголья используются в условиях Валдая как сенокосы. Нерегламентированные попуски из Валдайских озер способствуют замедлению их эволюции, но в то же время снижают возможности для использования их как сенокосов. Рыхлакустовые осоки — острая и вздутая — образуют достаточно устойчивые ценозы при условии сохранения режима питания и влагообеспечения. Сроки их использования в качестве сенокосов могут измеряться десятилетиями.

С уменьшением проточности ассоциации осоки острой сменяются лугами с доминированием **вейника ланцетного** (III стадия). Со снижением трофности его ассоциации обычно замещаются в процессе мезотрофного заболачивания **осоково-злаковыми лугами** (полевица собачья, щучка дернистая, осока обыкновенная, сфагновые мхи и пр.). Это IV стадия развития растительности. Она знаменует одно из направлений динамики, связанное с постепенной олиготрофизацией местообитаний. В дальнейшем заболачивание лугов приводит к формированию **осоково-сфагновых** (осока нитевидная, сфагновые мхи) (V стадия) и **пушицево-осоково-сфагновых** (пушица влагалистная,

осока нитевидная, сфагновые мхи) сообществ (VI стадия). Последние эволюционируют уже в олиготрофные сосново-пушицево-сфагновые (VII стадия) и сосново-багульниково-сфагновые (VIII стадия) болота.

Ассоциации осоки вздутой сменяются **влажноразнотравными лугами** (таволга, сабельник, *Mnium* spp., *Climacium* sp.) (III стадия), более ценными в кормовом отношении.

Уже на ранних этапах существования влажноразнотравных ивейниковых лугов начинается их облесение и формирование **вейниково-разнотравных и вейниковых** (вейник незамечаемый и ланцетный) **сероольшанников и березняков** (IV стадия). В зависимости от развития мохового покрова формирование древостоя может сопровождаться поверхностным заболачиванием. Например, на отдельных участках днища водохранилища к настоящему моменту сформировались **сфагновые и вейниково-сфагновые березняки** (V стадия). В долине р. Валдайки сероольшанники и березняки закономерно сменяются ельниками. При этом полная смена вторичного древостоя наблюдается уже в пределах жизни одного его поколения. Об этом свидетельствует и тот факт, что на некоторых участках, вышедших из-под заливания раньше окончательного спуска плотины (15—20 лет тому назад), в настоящее время под пологом березняков формируется еловый подрост.

В заключение отметим, что все исходные позиции (варианты экологических условий) днища бывшего водохранилища разными путями и за разное характерное время будут заняты климаксными или близкими к ним типами ельников (по-видимому, кислотно-зеленомошными), которые, например, представлены на сохранившихся меандрах Валдайки. Рассмотренные в настоящем сообщении вопросы динамики растительности днища бывшего водохранилища Шуйской ГЭС лишь в небольшой степени отражают то разнообразие динамических смен, которое наблюдается на территории Валдайского заказника. Знание закономерностей развития растительного покрова важно для поиска путей использования тех преимуществ, которые представляет каждая стадия демуляции и экогенеза для хозяйственного использования. В связи с этим закономерно желание о создании единых схем динамики растительности конкретных районов как основы для ведения сельскохозяйственных и лесоводческих работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шенников А. П., Луговая растительность СССР, т. I. М.—Л.: изд. АН СССР, 1938. с. 638—647.

**VEGETATION DYNAMICS ON THE SITE OF THE FORMER  
WATER RESERVOIR OF THE SHUYA  
HYDROELECTRIC POWER STATION  
(IN THE DISTRICT OF VALDAY, NOVGOROD REGION)**

**A. Tishkov**

**S u m m a r y**

The article deals with questions of vegetation dynamics on the site of a former water reservoir drained in the middle of the 1960s. The early stages in the development of flood-plain meadows in the given area have been established and the ways of the formation of swamp and forest communities have been studied. The chief factor determining the ways and rate of the changes taking place during different stages in the plant communities in the conditions of the flood-plain meadows under investigation is shown to be the process of the interchanging of the phytocoenoses. It is pointed out that a knowledge of the laws governing the vegetation dynamics has great importance in finding the best ways for the economic exploitation of the advantages proffered by each of the different stages of evolution.

## **СУТОЧНЫЕ И СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ МОЖАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**М. А. Хрусталева**

Московский государственный университет

В Постановлениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР большое внимание уделяется рациональному использованию природных богатств и охране окружающей среды. Это нашло свое отражение в «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг», утвержденных XXV съездом КПСС, в 18 статье Конституции СССР, в декабрьском 1978 г. Постановлении «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» и в других документах.

В 1970 г. Верховный Совет СССР принял закон, утверждающий Основы водного законодательства. Для дальнейшего развития этих решений были проведены настоящие работы.

Исследования проводились в Можайском районе Московской области, расположенном в подзоне смешанных лесов с дерново-подзолистыми почвами. Основной объект исследования — бассейн Можайского водохранилища. По химическому составу его воды относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу с минерализацией 90—460 мг/л.

Можайское водохранилище по величине валовой первичной продукции относится к эвтрофным водоемам. Изменение концентрации химических ингредиентов в воде водохранилища в течение суток и по сезонам связано с изменением их содержания в водах притоков, поверхностного склонового стока, грунтовых водах, зависит от внутриводоемных процессов и динамики водных масс. Для суточного хода химических ингредиентов летом характерен дневной минимум и ночной максимум, а для сезонных изменений — зимне-весенний максимум и летний минимум.

Интенсивность биохимических процессов связана со степенью освещенности, прозрачности, температуры воды и других

факторов. Наибольшая интенсивность процессов в летний период обусловлена фотосинтетической деятельностью, влияющей на распределение ингредиентов в течение суток в слое эпилимниона. В гипolimнионе, расположенном ниже слоя температурного скачка, резких колебаний в содержании ингредиентов не отмечалось. Для придонных слоев воды характерны небольшие значения величин рН, минимальные концентрации растворенного кислорода и даже его дефицит, который связан со слабым поступлением кислорода сверху и большим потреблением его на окислительные процессы. Содержание кислорода у дна в некоторых случаях было чуть выше 1 мг/л. Наблюдалось увеличение суммы ионов в придонных слоях воды, что объясняется поступлением в эти горизонты более минерализованных речных и грунтовых вод. Различия в температуре в слое эпилимниона составляли десятые доли градуса, а между поверхностными слоями и слоем температурного скачка — 5—10°.

Концентрация основных ингредиентов в течение суток не претерпевает существенных изменений за исключением небольшого уменьшения содержания  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Mg}^{++}$  в утренние часы.

Суточные колебания в содержании кислорода в воде водохранилища зависят от ряда факторов и в первую очередь от интенсивности фотосинтеза. Фотосинтетическая деятельность связана с развитием и размножением фитопланктона, температурой воздуха, скоростью передвижения водных масс, образованием и минерализацией органического вещества и др. Содержание кислорода летом на поверхностных горизонтах воды высокое. По глубине он распределен неравномерно с минимумом у дна. Концентрация кислорода наибольшая в послеполуденные часы, а наименьшая — в ночные, что связано с замедлением процесса роста водорослей.

Распределение биогенных элементов связано с вертикальной стратификацией ингредиентов, ассимиляционной деятельностью фитопланктона, потреблением их высшей водной растительностью. Азот регулирует продуктивность водоема. Минеральный азот является главной кормовой базой фитопланктона. Источником его служат процессы минерализации органического вещества. Для суточной динамики суммарного минерального азота характерно максимальное содержание его в воде в вечерние и ночные часы в связи с ослаблением фотосинтетических процессов и минимальное — в дневные часы. Суточный ход аммонийного азота аналогичен таковому суммарного минерального азота. Нитратный и нитритный азот отсутствует в воде водоема в дневные часы, ночью их концентрации невелики. Фосфор лимитирует развитие фитопланктона. Он встречается во всех клеточных образованиях и регулирует важные жизненные процессы — дыхание, обмен

веществ, фотосинтез. В дневные часы в поверхностных горизонтах воды фосфор отсутствовал. Малое содержание растворенного железа связано с поглощением его организмами. Четко выраженной динамики в распределении кремния выявить не удалось. Величины перманганатной окисляемости снижаются в предутренние и дневные часы, а с 17 часов наблюдается увеличение. Распределение бихроматной окисляемости в течение суток идентично перманганатной.

Сезонные изменения позволяют выявить внутригодовую тенденцию в распределении того или иного ингредиента. Для сезонной динамики биогенных элементов характерен зимне-весенний максимум и летний минимум. В связи с ранним появлением благоприятных условий для развития фитопланктона в верховье водохранилища концентрация биогенных элементов в воде уменьшается. Биогенные элементы потребляются растительными организмами с начала вегетационного периода и в основном в поверхностных слоях воды выше слоя температурного барьера, где интенсивность биохимических процессов, связанных с фотосинтезом, максимальна. Наибольшая минерализация органических веществ приурочена к гипolimниону.

Сезонный ход концентраций азота связан с включением его соединений в биологический цикл. Сезонные закономерности в распределении азота аналогичны закономерностям распределения всех биогенных элементов. Концентрация общего азота в воде водохранилища изменяется в пределах от 0,2 до 3,5 мг №/л. Для вертикального распределения азота характерно наличие слабой стратификации в начале зимнего периода и аккумуляция его в придонных слоях воды во вторую половину зимы. Аналогичное явление может происходить в связи с увеличением отдачи азота донными отложениями при небольших концентрациях кислорода у дна. Чем раньше появляется дефицит кислорода у дна, тем раньше возникает обратная стратификация соединений азота.

В весенний период концентрация азота и других биогенных элементов по вертикали выравнивается. Если весной до начала периода бурного развития фитопланктона отсутствует термическая стратификация, то обогащение придонных слоев воды соединениями азота может происходить за счет выноса его из илов, оседания и разложения аллохтонного органического вещества, в противном случае распад аллохтонного органического вещества может интенсифицироваться в эпилимнионе и соединений азота будет больше в поверхностных слоях. Такое явление имело место в Можайском водохранилище в 1973 и 1975 гг. Весной, по осредненным данным наблюдается увеличение концентраций биогенных элементов по акватории водохранилища в направлении от верховий к гидроузлу. Для летнего периода характерно уменьше-



ние концентрации биогенных элементов в связи с активным потреблением их фитопланктоном в поверхностных слоях воды. В эпилимнионе содержание азота часто равно аналитическому нулю в связи с бурным развитием фотосинтеза. Преобладающая форма общего азота весной и летом в поверхностных слоях воды — органическая. Аммонийный азот частично улетает в атмосферу при сильно щелочной среде (рН 9,8), также происходит окисление  $\text{NH}_4$  до  $\text{NO}_3$  ультрафиолетовой солнечной радиацией. Для осеннего периода характерно интенсивное перемешивание воды в водохранилище, в связи с чем биогенные элементы равномерно распределяются по вертикали. Осенью происходит перераспределение, распад органических веществ, принесенных в водохранилище поверхностным стоком, уменьшение интенсивности фотосинтеза, что способствует некоторому увеличению концентрации биогенных элементов. В горизонтальном направлении в распределении азота наблюдается обратная зависимость по сравнению с весенним периодом.

Преобладающей формой общего азота в воде водохранилища в осенний период является минеральная, а в ней — аммонийная.

Значительное поступление азота в воды водохранилища с поверхностным стоком наблюдалось весной 1968 г. (2). На основании осредненных данных преобладающей формой минерального азота в 1968 г. и весной 1969, 1970, 1972, 1975 гг. была нитратная, а в остальные сезоны периода 1969—1978 гг. — аммонийная.

Нитратный азот накапливается в водохранилище в осенний и зимний периоды в связи с уменьшением потребления его растительными организмами и процессами нитрификации. Зимой накоплению нитратного азота в поверхностных слоях воды способствует более высокое содержание кислорода, поддерживающее процессы нитрификации. Максимальные значения нитратов за период наблюдений с 1968 по 1978 гг. относятся к зиме 1968 г. и составляют 2,40 мг  $\text{N}_2/\text{л}$ . Нитритного азота в водах водохранилища обнаружено мало, но следует отметить некоторое увеличение его концентрации в придонных слоях воды нижней части водохранилища в 1972 г.

Выше отмечалось, что преобладающей формой минерального азота в 1969—1978 гг. была аммонийная с максимальными значениями в придонных горизонтах. Аммонийные формы азота были, по данным М. В. Мартыновой [1], обильны в илах в связи с интенсивной аммонификацией органического вещества, хотя и вынос его из илов в этот период велик. Вертикальное распределение аммонийного азота сходно с распределением суммарного минерального, а распределение нитратного азота имеет обратный ход.

Следует отметить значительное поступление азота в водо-

хранилище с водами временных водотоков в весенне-летне-осенние периоды. Концентрации общего азота, содержащегося в водах весеннего половодья, превышают в два и более раз их количества, обнаруженные в водах летних и осенних паводков, а общего фосфора — соответственно больше в 5—6 раз. Преобладающей формой азота и фосфора в водах водотоков являлась минеральная, за исключением весеннего периода, когда много было органических форм азота. Содержание химических ингредиентов в водах временных водотоков зависит от типа ландшафта (антропогенного, лугового, лесного). В результате многолетних исследований выявлено, что воды, стекающие с поверхности антропогенных ландшафтов более обогащены азотом и фосфором, чем воды луговых и лесных ландшафтов. Вынос общего азота временными водами антропогенных ландшафтов в 2,0—2,5 раза превышает таковой в луговых и лесных. Из антропогенных ландшафтов общего фосфора выносится в 1,5—2,0 раза больше, чем из лесных и в 8—10 раз больше по сравнению с луговыми ландшафтами. Преобладающей формой минерального азота в водотоках антропогенных ландшафтов является нитратная, а в луговых и лесных — аммонийная. Поступление азота в водоем происходит по ручьям, стекающим от животноводческих ферм, населенных мест и т. д.

Важным биогенным элементом является фосфор. Концентрации общего фосфора в воде водохранилища изменялись в пределах от 0,01 до 0,19 мг Р/л. Преобладающая форма общего фосфора — минеральная. Максимальные содержания фосфора обнаружены в придонных слоях воды. По акватории водохранилища он распределен довольно однородно, но наблюдается некоторое увеличение его концентрации зимой в направлении от верховьев к гидроузлу.

Пределы колебаний суммарного растворенного железа составляли 0—0,73 мг Fe/л. Преобладающими формами железа до 1971 г. были закисные, а с 1972 по 1978 гг. — окисные, что обусловлено снижением роли восстановительных процессов. Наибольшие концентрации железа относятся к весеннему сезону; количественное преобладание закисных форм наблюдалось в 1968, 1970 гг. Максимум железа обнаружен в придонных слоях воды. Наблюдается тенденция к уменьшению его концентрации от верхних участков к нижним.

Содержание кремния в водах водоема велико, несмотря на потребление его диатомовыми водорослями и потери в результате седиментации. Кремний обладает низкой миграционной способностью, но его много в воде водохранилища в связи со значительными концентрациями в литосфере. Отмечается приуроченность кремния к придонным слоям воды весной и зимой, что связано с высоким содержанием его в грунтовых водах побережья и водах притоков, питающих водохранилище.

Охрана вод — важная государственная задача. Для повышения качества воды необходимо вести борьбу с эвтрофикацией водоема, которая возникает в результате увеличения прихода питательных веществ в воду при нарушении нормального азотного, фосфорного и других циклов в результате деятельности человека. Важно соблюдение сроков внесения минеральных удобрений на поля и предотвращение прямого стока весенних и летне-осенних вод с сельскохозяйственных угодий, населенных пунктов и от животноводческих ферм в водоем путем создания био-геохимических барьеров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынова М. В. Динамика азота в илах Можайского водохранилища. Автореф. канд. дисс. М.: МГУ, 1973. 22 с.
2. Хрусталева М. А. Сток биогенных веществ по притокам в Можайское водохранилище. — Вестник МГУ, серия география, 1971, № 3, с. 95—97.

### DIURNAL AND SEASONAL CHANGES IN THE CHEMICAL PROPERTIES OF THE MOZHAISK WATER RESERVOIR

M. A. Khrustaleva

#### Summary

The article is based on data collected about the chemical properties of the waters of the Mozhaisk district in the course of long years. The surface waters under consideration belong to the hydrocarbonate-calcic class. The minimum amounts of the ingredients in the water of the reservoir have been observed in day-time hours — in their diurnal course as well as throughout summer — as regards their seasonal dynamics in relation to the processes taking place in the reservoir — the speed of the movement of the water, the influx from tributaries, etc.

Considerable amounts of nitrogen and phosphorus have been recorded as finding their way into the reservoir together with the spring-time flood waters, especially with those drained from cultivated areas. To protect the waters of the reservoir against pollution it is indispensable to set up bio-geochemical barriers, etc.

## ПОЙМЫ МАЛЫХ РЕК ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ И ВОПРОСЫ ИХ ОХРАНЫ

П. Н. Рязанов

Московский государственный университет

Центр Русской равнины отличается широким распространением малых и средних рек, принадлежащих в основном к бассейнам Оки и Волги. Протекая по территории издавна заселённых и промышленно развитых областей Центрального экономического района, эти реки имеют немаловажное значение для их хозяйства. Оно усиливается благодаря тому, что все они обладают более или менее развитыми поймами. Поскольку же в условиях Нечернозёмья пойменные земли являются одними из плодороднейших, то их ценность для этого региона становится очевидной. Следует помнить, что поймы малых рек служат местами отдыха и в этом регионе используются для рекреации особенно интенсивно. Хотелось бы также подчеркнуть, что несмотря на небольшие площади пойменных земель в долинах малых рек Центра (обычно не более 10—15 тыс. га для одной реки), особая их ценность заключается в том, что они распределены по региону достаточно равномерно и входят отдельными своими частями практически в каждый административный район и в большинство отдельных хозяйств.

Бассейны малых рек Центра Русской равнины располагаются в пределах лесной зоны. Здесь выделяются своим центральным положением и контрастными природными условиями три физико-географических провинции: Смоленско-Московская, Мещёрская и Средне-Русская широколиственных лесов [4]. Главнейшие их различия заключаются в том, что холмисто-моренная Смоленско-Московская провинция типична для области Московского оледенения, возвышенная эрозионная Средне-Русская — для области Днепровского оледенения, а низменная Мещёрская — для разновозрастных заандровых равнин. Особенности пойм малых рек и вопросы их охраны рассмотрим на примере р. Протвы. Она является типичной малой рекой

Центра и в известной мере отражает основные черты рек всех других провинций, так как её бассейн расположен на их стыке. В настоящее время значительная часть её крупных пойменных массивов (особенно в нижнем течении) распахана и используется для выращивания зерновых культур, овощей и кормовых трав. Все остальные массивы остаются луговыми и используются как пастбища и чрезвычайно редко как сенокосы.

Е. Д. Смирнова [3, с. 18] отмечает, что если рассматривать охрану природы как рациональное использование природных условий и ресурсов, то «...необходимо в первую очередь знать природу, природные процессы и естественную динамику ландшафтов, а затем — в какую сторону может повлиять на них то или иное, нужное для народного хозяйства вмешательство человека». Полностью поддерживая эту мысль, мы считаем, что глубокое познание охраняемых природных объектов явится залогом правильного решения вопроса об их охране.

Из различных вопросов охраны пойм малых рек Центра Русской равнины мы коснёмся лишь некоторых. Наиболее существенным и повсеместным видом их использования сейчас является пастбищное, с которым тесно связана проблема кормопроизводства на пойменных землях. Прямое отношение к этому использованию имеют мелиоративные работы в поймах. Принимая во внимание, что под охраной пойм понимается рациональное использование их природных условий и ресурсов, необходимо установить: отвечает ли сложившееся использование пойм этому требованию? Полевое обследование, изучение продуктивности и состояния пастбищных угодий в пойме р. Протвы и других малых рек показали, что они не отвечают поставленным требованиям: продуктивность их низка, часто они выбиты или закорячены, травостой обеднён ценными видами и обогащён сорняками. При сложившейся ситуации животноводство посредственно обеспечено кормами на пастбищах в летний период и практически лишено их в зимний период, поскольку кормовые ресурсы внепойменных территорий здесь также ограничены.

Решение вопроса охраны природы пойм региона и рационального их использования, по нашему мнению, может быть достигнуто при их интенсивном сенокосном использовании. На большей части пойм необходимо создать высокопродуктивные сенокосы. При этом использование их должно быть интенсивным, с ведением правильной агротехники, внесением удобрений, проведением мелиоративных работ, в том числе осушения и орошения (двустороннее регулирование). Это даст возможность ввести многоукосное использование и позволит получить достаточное количество кормов в летний период. Применяя же такие прогрессивные методы заготовки кормов, как приготовление травяной муки, можно создавать их запасы на

зимний период. При достижении необходимого уровня продукции лугов (свыше 400 ц/га зелёной массы) эта задача будет успешно решена. В частности, такой подход к использованию ресурсов поймы Нижней Протвы уже начало осуществлять научно-производственное объединение «Протва» по производству кормов на пойменных землях Жуковского района Калужской области, где мы проводили исследования по их просьбе.

Необходимым условием интенсивного использования ресурсов поймы является мелнорация, которая устраняет или ослабляет такое свойство пойменных геокомплексов, как сложность их структуры, и уменьшает их естественную динамичность. Разумеется, проведение мелнораций и определение вида использования поймы каждой конкретной реки должно проводиться только после тщательного её изучения, при котором нам представляется особенно важным учёт следующих общих положений. Главным фактором формирования и развития пойменных геокомплексов является речной поток, который интегрирует физико-географические особенности водосборного бассейна. Основной территориальной единицей поймы является пойменный массив [2]. Обычно это участок поймы, ограниченный руслом реки и склоном долины. Именно в его строении, формировании определённого набора геокомплексов, интенсивности многих процессов и т. д., отражается весь ход пойменного процесса (процесса образования и развития поймы), как следствие русловых процессов этого речного потока. Пойменный массив необходимо положить в основу при изучении поймы в любом масштабе, будь то отдельные её образования (гряды, понижения, старицы и т. п.) или целые отрезки поймы реки и даже пойма в целом. Особенно важно это при проведении осушительных и других мелиораций, поскольку пойменный массив является достаточно изолированным участком поймы — отдельной «клеткой» этого генетически единого образования.

В поймах малых рек Центра Русской равнины преобладающими типами (по И. В. Попову [1]) руслового (пойменного) процесса являются ограниченное и свободное меандрирование с незначительным распространением других типов (незавершённое меандрирование и др.). При пойменном процессе того или иного типа формируются массивы соответствующего вида, размеров, строения, сложности и т. д.. Не останавливаясь на этом подробно, отметим лишь, что массивы ограниченного меандрирования обычно меньше по размерам, чем массивы свободного меандрирования, их строение проще, динамичность формирующихся в них геокомплексов в целом ниже [2]. Поскольку тип пойменного процесса определяется как свойствами самого потока, так и другими условиями и факторами, из которых наибольшее значение имеют физико-географические условия бассейна, существует географическая приуроченность опреде-

лённых типов пойменного процесса. Так, по нашим наблюдениям, для большинства малых рек Смоленско-Московской и Средне-Русской физико-географических провинций характерно развитие пойменного процесса по типу ограниченного меандрирования. Исключения представляют участки унаследованных пра-долин, где может развиваться свободное меандрирование. Для большинства же рек Мещёрской провинции характерно развитие пойменного процесса по типу свободного меандрирования, с отдельными участками ограниченного — особенно для рек Москворецко-Окской равнины. Отсюда вытекает немало-важный практический вывод: мелиоративные работы в первых двух провинциях менее сложны и дорогостоящи, но нужда в них (особенно часто в орошении) не меньше, чем в Мещёре — где они (преимущественно осушение) ведутся в более широких масштабах и более дороги.

В заключение хотелось бы отметить, что этот вид освоения ресурсов пойм малых рек Центра Русской равнины не вступает в противоречие с другими видами их использования в отличие от существующего. Хорошо известно, что они служат одними из наилучших мест отдыха людей, и очевидно, гораздо приятнее проводить свой отдых в луговых поймах, нежели в распаханных или пастбищных. Однако для этих целей в проектных решениях необходимо предусматривать сохранение стариц и наиболее крупных массивов лесов и кустарников. К тому же в поймах всегда имеются очень маленькие пойменные массивы, хозяйственное освоение которых нецелесообразно — они также могут быть использованы для рекреации. Таким образом, создание в поймах малых рек сенокосов с интенсивным использованием, по нашему мнению, не только позволит рационально использовать их ресурсы и обеспечит охрану, но и будет соответствовать всем особенностям пойменного ландшафта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Попов И. В. Типы речных пойм и их связи с типами руслового процесса. — Труды Гос. гидрол. ин-та, 1968, вып. 155, с. 39—55.
2. Рязанов П. Н. Пойменные геокомплексы малых рек Центра Русской равнины и особенности их динамики и развития (на примере р. Протвы). — Автореф. канд. дисс. М.: МГУ, 1978. 20 с.
3. Смирнова Е. Д. Географические основы охраны природы Московской области. — В кн.: Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов Московской области. М.: Московский филиал Госр. общ. СССР, 1977, с. 18—23.
4. Физико-географическое районирование Нечернозёмного центра./ Под ред. Н. А. Гвоздецкого и В. К. Жучковой. — М.: МГУ, 1963. 451 с.

# **FLOOD-PLAIN MEADOWS OF SMALL RIVERS IN THE CENTRAL PART OF THE RUSSIAN PLAIN AND SOME PROBLEMS OF THEIR CONSERVATION**

**P. N. Ryazanov**

## **S u m m a r y**

The article discusses some problems of maintaining the flood-plain meadows lining the small rivers in the central part of the Russian Plain. On the strength of the investigation materials gathered in such meadows of the Protra and other rivers the main conservation measure recommended by the author is intensive use of these meadows as hay-fields, which will not only allow the rational use and protection of their resources, but will also fully correspond to the peculiarities of the flood plain areas. All amelioration and any other work to be carried out in the water-meadows should be planned in its entirety for a larger area as a whole.



## УНИКАЛЬНОСТЬ И ЗАЩИТА ЭКОСИСТЕМ АНТАРКТИЧЕСКИХ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

Э. Б. Кауп

Институт термofизики и электрофизики  
Академии наук Эстонской ССР

Антарктида, где в виде снега и льда сосредоточено по новейшим данным [1] 62% мировых запасов пресных вод, характеризуется скудностью воды в жидкой фазе. На континенте практически не выпадает дождей, а достигающий океана жидкий сток наблюдается только летом при таянии снега и льда в краевой части ледникового покрова Антарктиды. Преимущественно в этой зоне расположены и внутренние водоемы, которые питаются исключительно талыми водами. Кроме водотоков и водоемов в понижениях ледников, где вода в жидкой фазе встречается только летом, все водоемы приурочены к свободным от льда участкам суши — оазисам.

Из общей площади Антарктиды  $14 \times 10^6$  км<sup>2</sup> оазисы занимают только 0,2—0,3% [5], т. е. примерно площадь Эстонии. Находящиеся на этой площади водоемы обследованы только близ немногочисленных научных станций, поэтому общее количество водоемов остается неизвестным. По происхождению котловин водоемы делятся на тектонические, экзарационные, подпрудные (подпруживаемые ледником, снежником или мореной) озера и морские заливы (водоемы между оазисами и шельфовыми ледниками, под которыми они связаны с океаном).

По минерализации встречаются водоемы от ультрапресных (около 10 мг/л) до горько-соленых (до 274 г/л). Последние водоемы, как и многие пресные озера, находятся в стадии высыхания, чему способствует сухой климат оазисов — полярных пустынь.

На формирование экологических условий антарктических водоемов (фото 14) главное влияние оказывают две группы факторов. Во-первых, от последнего покровного оледенения оазисы освободились 5—6, кое-где 10 тыс. лет тому назад. Это — сравнительно небольшой срок для развития экосистемы,

тем более в суровых климатических условиях. Антарктида расположена дальше чем другие континенты, от соседних, а характер циркуляции антарктических водных и воздушных масс не способствует распространению новых видов в Антарктиду. Следовательно, антарктические водоемы представляют относительно молодые и изолированные экосистемы, которые еще не достигли апогея своего развития [10].

Антарктида является областью экстремальных климатических условий. Здесь наблюдаются очень низкие температуры и влажность воздуха (сравнимая с влажностью тропических пустынь), сильнейшие ветры, мало осадков (особенно в оазисах), очень высокие интенсивности солнечной радиации летом и полное ее отсутствие в полярную ночь. Нами показано (неопубликованные материалы), что важнейшими климатическими факторами, определяющими экологические условия водоемов оазиса Ширмахера, являются низкие температуры и влажность воздуха. Важно также отмеченное выше резкое внутригодовое изменение интенсивности солнечной радиации.

Рассмотрим некоторые экологические условия антарктических водоемов.

**1. Ледяной покров.** Большая часть водоемов находится под круглогодичным льдом, другая часть открывается полностью или частично лишь на 1—2 месяца. Максимальная мощность льда составляет 2—4 м в конце зимы, прозрачность льда хорошая. Горько-соленые озера не замерзают.

**2. Снежный покров.** Преобладающая часть акватории большинства водоемов постоянно свободна от снега, чему способствуют сильные ветры, малое количество осадков и интенсивное испарение.

**3. Температура воды.** Озера являются очагами тепла в оазисах. Несмотря на среднегодовые температуры воздуха — 10—18° и средние температуры лета от 0 до —5°, в озерах наблюдается температура придонных слоев воды около 4° при обратной термической стратификации. Главным источником тепла является проникающая сквозь лед солнечная радиация. Для глубоких озер характерен меромиксизм с пониженной или повышенной температурой мнимоминимума (+25° на дне озера Ванда). Летом поверхностные воды мелких открытых озер иногда нагреваются до 10° и более. Морские заливы оазиса Ширмахера имеют круглый год температуру 0—0,3° [8].

**4. Подводная солнечная радиация.** Водоемы получают достаточную радиацию, кроме полярной ночи (1—4 месяца), а с ноября по январь избыточная радиация ингибирует фотосинтез фитопланктона. Под лед водоемов оазиса Ширмахера в это время поступало 50—200 кал/см<sup>2</sup> в сутки [4]. Проникновению радиации в воду способствует также прозрачность воды и образующиеся снизу в процессе таяния льда сосульки. Ра-

диационные условия несколько ухудшаются летом с увеличением альбедо льда и с притоком взвеси с тальми водами.

5. **Кислородный режим.** Основная толща воды водоемов насыщена кислородом, лишь в конце зимы около дна иногда наблюдаются анаэробные условия. В конце зимы в озерах оазисов Молодежного и Ширмахера подледные воды сильно пересыщены кислородом, до 20—25 мг/л [2; 3]. Выяснилось, что это причиняется вымораживанием кислорода при росте льда. Значения концентрации  $O_2$  около точки насыщения наблюдаются летом при обмене с атмосферой. В монимолимнионе глубоких меромиктических озер все время наблюдаются анаэробные условия [3; 6].

6. **Биогенные элементы.** Основными источниками биогенов для водоемов являются атмосферные осадки. В озерах прибрежного оазиса Молодежного было до 0,13 мг P/л и 1,8 мг N/л минерального фосфора и азота [7]. В основной толще воды водоемов зашельфового оазиса Ширмахера фосфаты не были обнаружены, а азота оказалось не более 0,1 мг N/л [3]. В монимолимнионе меромиктических озер Земли Виктории оказалось до 0,1 мг P/л и 20 мг N/л [11].

7. **Флора и фауна водоемов.** Экосистемы антарктических водоемов довольно простые. Полностью отсутствуют цветковые растения и рыбы, фитопланктон чаще всего очень беден, а зоопланктона почти нет. Бентос представлен слоем питчатых синь-зеленых водорослей (фото 15) и мхов, в котором встречаются также диатомовые. В бентосе обитают и бактерии, а также донные животные (коловратки, тихоходки, нематоды) [9].

8. **Первичная продукция водоемов.** Ведущая роль в первичной продукции водоемов принадлежит фитобентосу. С точки зрения фотосинтеза на дне лучше температурные и радиационные условия и обеспеченность биогенными элементами. Чаще всего первичная продукция фитопланктона составляет только 2—25% от общей первичной продукции озера. Общая первичная продукция озер в оазисе Ширмахера составляла 12,8—28 г C/м<sup>2</sup> год, а на острове Росса 114—442 г C/м<sup>2</sup> за 3 летних месяца [4; 9]. Первичная продукция фитопланктона в озере Верхнем оазиса Ширмахера составляла 0,58 г C/м<sup>2</sup> в год [4], что является наименьшей величиной из всех изученных озер мира.

9. **Антропогенное влияние.** Это явление изучалось на водоемах оазиса Ширмахера [3; 4]. Выяснилось, что поступление сточных вод и твердых отходов станции Новолазаревской ухудшает радиационные условия и увеличивает концентрацию биогенов в озерах и вероятно вызывает понижение температуры придонных слоев озера Глубокого. Под антропогенным влиянием возникли анаэробные условия, а первичная продукция стала в 4—7 раз выше, чем без этого влияния.

10. **Важность защиты антарктических водоемов.** Антарктические водоемы являются уникальными объектами для будущих исследований в силу изолированности, простоты экосистем и экстремальных условий их сред. Особенно важно, что подавляющее большинство водоемов пока не подвергалось прямому антропогенному влиянию. Однако, видимо, уже в нашем веке начнется широкое промышленно-экономическое освоение южно-полярной области Земли, поскольку район обладает огромным экономическим потенциалом. Поэтому научные основы защиты антарктической среды, в частности водоемов, необходимо разработать еще до начала этого процесса. Важно подчеркнуть, что внутренние водоемы являются единственным источником высококачественной и дешевой питьевой воды в Антарктиде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов В. Г., Короткевич Е. С., Котляков В. М. Оледенение Антарктики и его роль в формировании климата и водного режима Земли — Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп. 1978, 97, с. 6—14.
2. Кауп Э. Б. Кислородный режим озер оазиса Молодежного. — Тр. Сов. антаркт. эксп., 1975, 65, с. 143—148.
3. Кауп Э. Б. О распределении биогенных элементов в водоемах оазиса Ширмахера. — III всесоюз. симп. по орг. веществу и биогенным элементам во внутр. водах. Тез. докл. Таллин, 1978, с. 35—38.
4. Кауп Э. Б. Физико-химические условия и первичная продукция водоемов оазиса Ширмахера. — III республ. конф. молодых ученых — химиков. Тез. докл. Таллин, 1979, с. 228.
5. Короткевич Е. С. Площадь не покрытой льдом территории Антарктиды. — Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп., 1968, 70, с. 5—6.
6. Крисс А. Е., Мицкевич И. Н., Розанова Е. П., Осницкая Л. К. Микробиологические исследования озера Ванда. — Микробиология, 45, 6, с. 1075—1081.
7. Макнамара Э. Э. Некоторые лимнологические данные и наблюдения на Земле Эндерби. — Информ. бюлл. Сов. антаркт. эксп., 1969, 72, с. 25—33.
8. Симонов И. М. Оазисы Восточной Антарктиды. Л., 1971, с. 176.
9. Goldman, C. R. Antarctic freshwater ecosystems. In: Holdgate M. W. (ed.) Antarctic Ecology, 1970, Vol. 2, p. 610—627.
10. Heywood, R. B. Antarctic limnology: a review. Br. Antarct. Surv. Bull., 1972, 29, p. 35—65.
11. Weand, B. L., Hoehn, R. C., Parker, B. C. Nutrient fluxes in lake Bonney — a meromictic antarctic lake. Arch. Hydrobiol., 1977, 80, 4, p. 519—530.

# THE UNIQUENESS OF THE ECOSYSTEMS OF ANTARCTIC LAKES AND THEIR PROTECTION

E. B. Kaup

## Summary

The article gives a short description of some Antarctic lakes explored by the author in 1976—77. It is pointed out that the ecological conditions in these water bodies have developed in relatively great geographical isolation and under extreme climatic conditions. Brief data are offered about the ice and snow cover, temperature, insolation, the amount of dissolved oxygen and nutrients as well as about the flora and fauna and the primary production of these highly unique lakes. The antropogenic changes observed in the water bodies of Schirmacher oasis are discussed and the necessity for the conservation of Antarctic lakes is stressed.

## АКАДЕМИК К. М. БЭР И ОХРАНА ПРИРОДЫ

Э. Ф. Вареп

Тартуский государственный университет

Академик Карл Максимович Бэр, один из самых крупных естествоиспытателей прошлого века, был разносторонним ученым, которого интересовали как общие теоретические проблемы биологии и географии, так и вопросы многих частных наук: эмбриологии, антропологии, зоологии, ботаники, гидробиологии и т. д. Кроме того, как известно, он живо интересовался гуманитарными науками: этнографией, археологией, языкознанием и пр. [4].

Интерес К. М. Бэра к изучению природы проявился уже в первые годы его научной деятельности. Но только после его избрания ординарным академиком Петербургской Академии наук и переселения в Россию перед К. М. Бэром открылась возможность больше времени уделять полевым биологическим и географическим исследованиям.

Бэр, как известно, организовал ряд крупных экспедиций для изучения природных условий и ресурсов России. Хотя Бэр прежде всего был биологом, его исследования имели комплексный характер, т. е. в ходе их решались не только чисто биологические, но также географические, хозяйственные и другие проблемы [2].

Хорошим примером этого является первая экспедиция Бэра в 1837 г. на Новую Землю. Бэр пробыл на островах шесть недель и обследовал этот необитаемый край в топографическом, метеорологическом, геологическом и зоологическом отношениях.

Летом 1838 и 1839 гг. Бэр путешествовал по Финляндии и совершил ряд морских экспедиций вдоль берегов Финского залива. Он интересовался следами деятельности ледника, а также собирал на побережье Финского залива сведения по рыболовству. Одну из таких экскурсий по Финскому заливу Бэр совершил вместе с А. Ф. Миддендорфом. В 1840 г. Бэр вместе с Миддендорфом, который был почти на двадцать лет

моложе его, совершил экспедицию на Кольский полуостров. В 1845 и 1846 гг. Бэр предпринял путешествие по Средиземному морю, где занимался гидробиологическими и эмбриологическими работами.

Особое значение в работе Бэра над проблемами рационального природопользования имеют его исследования на Чудском озере.

До XVIII в. водоемы Эстонии были богаты рыбой. Но в течение XIX в. повсюду было замечено уменьшение количества рыбы в результате слишком интенсивного лова. В середине XIX в. специальная государственная комиссия под руководством академика К. М. Бэра была назначена для изучения состояния рыболовства на Чудском озере и на Балтийском море.

В 1851—1852 гг. Бэр организовал несколько экспедиций для выяснения причин уменьшения улова рыбы в Псковско-Чудском озере и в прибрежных участках Балтийского моря. Результаты этих исследований содержатся в I-м томе серии «Исследования и состояние рыболовства в России» [3].

Главными причинами уменьшения рыбных запасов в Псковско-Чудском озере Бэр считал лов рыбы мелкочейными орудиями и вылов молодежи рыб, препятствия, мешающие рыбе попасть на нерестилища, и чрезмерно интенсивный лов. Для лучшей организации Псковско-Чудского рыболовства им были выработаны «Правила об ограничении лова рыбы на Псковском и Чудском озерах», которые были утверждены царем 29 ноября 1859 г. Эти правила являются первым законом рыбоохраны на территории Эстонии. Принципы Бэра отражены и в нынешних правилах рыбоохраны Эстонии [9].

В отношении Балтийского моря Бэр пришел к выводу, что здесь запасы главнейших промысловых рыб пока удовлетворительны, а колебания их уловов определяются, главным образом, метеорологическими условиями. Все же запасы лосося уменьшились вследствие заграждения миграционных путей рыб по рекам.

Наиболее значительные исследования Бэра относятся к периоду его Каспийских экспедиций 1853—1857 гг. Эти экспедиции были организованы Русским географическим обществом совместно с Министерством государственных имуществ для подробного изучения рыболовства на Каспийском море и на Волге. Причиной этих экспедиций явились жалобы рыбопромышленников на уменьшение количества рыбы в море. Экспедиции проходили под руководством К. М. Бэра, ближайшими сотрудниками которого были известный натуралист и общественный деятель Н. Я. Данилевский, экономист А. К. Шульц и др. Основной задачей экспедиций было тщательное изучение северного, восточного и западного побережий Каспийского

моря. Неоднократно осматривалась Бэром долина Волги на всем протяжении от Нижнего Новгорода (ныне Горького) до Астрахани. Он проявлял также большой интерес к Прикаспийской низменности, к долине р. Урал и другим соседним районам. Также много путешествовал Бэр по Кавказу; он посетил Тифлис (Тбилиси), Ереван, озеро Гокча (Севан), Ленкорань и горы Талыша. Во время поездки вокруг Каспийского моря он побывал в разных местах Персии (Ирана), на южном побережье этого моря.

Научные и практические результаты Каспийских экспедиций были огромны. В ходе экспедиций, помимо изучения рыболовства, были получены весьма ценные данные по физической географии моря и его бассейна. Во время работ на Волге Бэр установил свой знаменитый закон асимметрии берегов рек, названный законом Бэра. Было выяснено, что в Каспийском бассейне прежде всего уменьшилась численность таких рыб, которые для нереста поднимаются далеко в реки. Причинами такого уменьшения Бэр считал массовый вылов мигрирующих рыб и возникновение преград на пути подхода их к нерестелищам в низовьях рек, вылов неполовозрелых рыб и обмеление устьев рек, впадающих в Каспий. Он нашел и другие недостатки в рыболовном промысле, касающиеся обработки и использования рыбы. Бэр составил предложения для лучшей организации Каспийского рыболовства, но большинство из них в то время не были внедрены царским правительством.

Очень важны и экономические последствия каспийских поездок Бэра. Бэр впервые порекомендовал солить и употреблять в пищу астраханскую сельдь и его, таким образом, следует считать основателем современного сельдяного промысла на Каспии.

Предварительные статистические выводы, касающиеся волжского рыболовства, Бэр изложил в Вестнике Географического общества в 1854 г. [1]. Основные результаты исследования рыболовства в Каспийском бассейне были опубликованы Министерством государственных имуществ. Это издание (8 томов) не утратило значения и до настоящего времени [7]. Большое значение имеет также II том «Исследования о состоянии рыболовства в России», написанный Бэром [3], а также многие специальные статьи.

По поручению Географического общества К. М. Бэр в 1862 г. в течение четырех месяцев исследовал проблему обмеления Азовского моря. Эта экспедиция провела предварительное обследование Азовского бассейна. Бэру в это время было уже 70 лет, и на Азовское море он больше не возвращался. Дальнейшее же, более полное обследование Азовского моря было продолжено экспедицией Н. М. Данилевского в 1864—1866 гг. по программе, составленной Бэром и председателем



Отделения физической географии Географического общества П. П. Семеновым.

Среди остальных трудов Бэра заслуживает особого внимания его исторический очерк российского рыболовства [6]. Живя последние девять лет своей жизни в Тарту, Бэр опубликовал статью, в которой рассматривает принципы рационального использования рыбных ресурсов внутренних водоемов [8].

Рыбохозяйственные исследования Бэра, намного превышающие общий уровень исследований того времени, принесли огромную практическую пользу как в отношении охраны рыбных богатств, так и в рационализации рыбного хозяйства. Высоко оценивается и их научно-теоретическое значение. Бэр первым в России, задолго до возникновения экологии, определил главные факторы, от которых зависит колебание численности рыб в водоемах. Он первый пришел к выводу, что разрешение практической задачи рационализации рыбного хозяйства возможно только путем комплексного рыбохозяйственного исследования водоемов [5].

Бэра следует считать одним из основателей ихтиологии и рыбоохраны в России, на работах которого основываются дальнейшие рыбохозяйственные и биологические исследования в России и Советском Союзе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бэр К. М. Отчет о действиях Каспийской экспедиции в 1853 году. — Вестник Русского географического общества, 1854, т. X, отд. V, с. 1—19.
2. Вареп Э. Ф. Академик Бэр и Русское географическое общество. — В кн.: Бэр и развитие естествознания, *Folia Baeriana* III. Таллин, Академия наук Эстонской ССР, 1978, с. 18—25.
3. Исследования о состоянии рыболовства в России. Изданы Министерством государственных имуществ. Т. I: Рыболовство в Чудском и Псковском озерах и в Балтийском море. СПб., 1860. 96 с. — Т. II: Рыболовство в Каспийском море и в его притоках. СПб., 1861. 214 с. — Т. III: Описание Уральского рыболовства. СПб., 1860. 107 с.
4. Райков Б. Э. Карл Бэр, его жизнь и труды. М.—Л.: Академия наук СССР, 1961. 524 с.
5. Ристков Ю. В. О деятельности К.-Э. М. Бэра как ихтиолога. — Материалы научной конференции, посвященной 175-летию со дня рождения академика К.-Э. М. Бэра. Тарту: Тартуский государственный университет, 1967, с. 10—12.
6. Baer, K. E. v. Materialien zu einer Geschichte des Fischfanges in Russland und den angränzenden Meeren. — Bulletin de la classe physico-mathématique de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Petersbourg, 1853, T. XI, p. 225—228.
7. Baer, K. E. v. Kaspische Studien, I—VII. Sankt Petersburg, 1859. 320 S.
8. Baer, K. E. v. Ueber zweckmässige Bewirtschaftung privater Fischereien. — Sitzungsberichte der Dorpater Naturforscher Gesellschaft, III Band, 3. Heft. Dorpat, 1872, S. 263—270.

9. Ristkok, J. Kalakaitse abinõude ajaloost Eestis [Из истории мероприятий по охране рыб в Эстонии]. — Rmt.: 50 aastat looduskaitset Eestis. Looduskaitse bulletään nr. 2. Tartu, Eesti NSV Teaduste Akadeemia, 1961, lk. 87—104.

## ACADEMICIAN K. E. von BAER AND NATURE PROTECTION

E. F. Varep

### Summary

For many years Academician K. E. von Baer, one of the greatest naturalists of the nineteenth century, was engaged in investigating problems of fishery in various parts of the Russian Empire. For this purpose he was assigned by state authorities to carry out expeditions to the Baltic Sea and Lake Peipsi (1851—1852), to the River Volga and the Caspian Sea (1853—1857), and also to the sea of Azov (1862). He proposed various measures of restrict fishing in Lake Peipsi in order to restore and maintain its resources; these proposals were adopted as an act of law in 1859. High appreciation is also due to his theoretical points of view concerning the general principles governing the formation of fish resources as well as those regulating their rational use and protection.

## **ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ**

**А. Г. Воронов**

Московский государственный университет

В связи с пятилетием со дня начала работы школ уместно кратко напомнить о принципах и основных этапах их деятельности.

Инициатива в организации школ молодых ученых по охране природы принадлежит Совету молодых ученых географического факультета Московского государственного университета и биолого-географическому факультету (кафедра физической географии, затем — отделение географии) Тартуского университета. Школы работают в соответствии с договором о сотрудничестве между Московским и Тартуским государственными университетами.

Основная задача школ — ознакомление их участников с современным состоянием проблем взаимодействия природы и общества, охраны природной среды, рационального природопользования. В их работе принимают участие как опытные ученые, так и молодые исследователи, преподаватели высших учебных заведений и сотрудники научно-исследовательских учреждений, занимающиеся теоретическими и практическими аспектами охраны природы и использования природных ресурсов, специалисты в различных отраслях знания: географы, биологи, экономисты, лесоведы и лесоводы, философы, журналисты, архитекторы, математики, физики, химики, геологи, почвоведы, стронтели.

Разнообразие специальностей отражает и множество точек зрения, с которых рассматривались проблемы охраны среды и рационального природопользования. Благодаря этому слушатели имели возможность познакомиться с различными взглядами на рассматриваемые вопросы и с разной их постановкой. Это порождало широкие свободные дискуссии, явившиеся неотъемлемой особенностью школ.

Все школы также характеризовались сочетанием лекций,

выступлений и их обсуждения с экскурсиями в научно-исследовательские учреждения, расположенные в районе работы школы, а также в заповедники, заказники, к памятникам природы и культуры.

Такой уклад работы школ, ставший традиционным, видимо, в наибольшей степени отвечает выполнению поставленных перед ними задач.

Всего было проведено 6 школ.

Первая школа была открыта в актовом зале Тартуского университета и работала на спортивной базе этого университета в Кяэрику (Валгаский район Эстонской ССР) с 13 по 19 мая 1974 г. [1, 3]. В работе этой школы принимали участие только ученые из Москвы, Московской области (59 человек) и из Эстонии (300 человек). Участники заслушали 18 докладов и 25 более коротких выступлений.

По сравнению с последующими школами доклады носили наиболее общий характер и были наиболее разнообразными. Помимо общих проблем охраны природы, рассматривались антропогенные миграции в природном круговороте веществ и принципы районирования территории по степени устойчивости к техногенным воздействиям; принципы охраны флоры, животного мира, болот; классификация охраняемых территорий; правовые основы охраны природы; роль охраны природы в инженерно-географическом прогнозе и в районных планировках; научные основы охраны водоемов от загрязнения; гигиеническое значение охраны природы; состояние среды как важный фактор общественной жизни; охрана ландшафтов Эстонии.

Нетрудно видеть, что в этих докладах были рассмотрены основные проблемы, из которых впоследствии многие стали предметом детального специального изучения 2—6 школ.

Участники школы познакомились с научными учреждениями и достопримечательностями г. Тарту и с природными и культурными объектами, расположенными между г. Тарту и Кяэрику, а также в Южной Эстонии.

Вторая школа работала на острове Сааремаа 25—31 мая 1975 г. [3, 6]. Ее участниками были 61 человек. Как и первая, эта школа занималась различными теоретическими и практическими проблемами, связанными с охраной природы и рациональным использованием природных ресурсов: интеграцией и дифференциацией охраны природы; сущностью, возникновением и путями развития экологической проблемы; принципами создания экологически уравновешенной экономики; природой острова Сааремаа. Были проведены экскурсии по островам Сааремаа и Муху.

Были сформулированы следующие наименее разработанные вопросы, разработке которых должно быть уделено особое внимание:

1. Необходимость профессионального образования и подготовки специалистов по охране природы.

2. Разработка общей теории природопользования и применительно к отдельным регионам.

3. Разработка методических приемов изучения существующих природно-хозяйственных комплексов с конкретизацией норм предельно-допустимых нагрузок и предельно допустимых концентраций соответственно особенностям природных условий и разным типам и степени хозяйственного использования.

4. Разработка мероприятий по рекультивации ландшафтов и оздоровлению городской среды.

К этим задачам следующая, третья школа прибавила также:

5. Необходимость в будущем моделирования и прогнозирования природно-хозяйственных комплексов.

На основании пожелания участников о желательности проведения следующей школы в одном из урбанизированных районов страны она была организована в г. Пушкино-на-Оке с 12 по 18 сентября 1976 г. [2, 5]. Ее задачи были более конкретными по сравнению с двумя первыми школами. В них входили: разработка теории рационального природопользования, изучение практических подходов к организации природно-хозяйственных комплексов, выработка методов оценки влияния человека на окружающую среду.

Были заслушаны доклады об изменениях, вносимых человеком в природную обстановку в процессе землепользования, о природоохранном картографировании, прогнозировании направленности и скорости процессов, вызываемых деятельностью человека, об организации и методах изучения воздействий человека на среду и среды на человека, восстановлении среды после нарушений, произведенных человеком, об охране редких и исчезающих видов животных и растений.

В резолюции школы была подчеркнута необходимость обратить особое внимание на общие вопросы теории природопользования, на картографирование и планировочную оценку территорий, используемых для рекреации, на обоснование допустимых нагрузок, выбор критериев устойчивости и изменчивости природных комплексов, на методику моделирования и прогнозирования природных процессов. Отмечалась перспективность применения к изучаемым вопросам системного анализа и важность рассмотрения проблемы в различных аспектах — географическом, геофизическом, геохимическом, биологическом и др.

В работе школы приняли участие 54 человека. Были совершены экскурсии по научным институтам г. Пушкино, в Приокско-террасный заповедник, в Поленово.

Четвертая школа работала на спортбазе МГУ в г. Пицунда Абхазской ССР с 22 по 29 мая 1977 г. В занятиях школы приняли участие 80 ученых [4].

Было уделено внимание общетеоретическим философским проблемам взаимоотношения общества и природы, а также экологическим, социально-экономическим, психологическим, этическим и геохимическим аспектам проблемы. Рассматривались две группы вопросов охраны природы: а) выделение, резервирование, оценка и планировочная организация рекреационных территорий как объекта охраны, установление режима охраны в зависимости от проектируемого функционального использования территории; б) охрана природных комплексов на рекреационных территориях, их устойчивость к внешним воздействиям.

В процессе работы были установлены контакты между учеными различных специальностей и направлений работы и была достигнута договоренность о выполнении совместных научных разработок в рамках договоров о творческом содружестве.

Экскурсии по Черноморскому побережью Кавказа: на оз. Рицу, в Новоафонскую пещеру, в самшитовую рощу и на полуостров Пицунду чередовались с лекциями и дискуссиями по наиболее волнующим слушателей вопросам.

Для пятой школы была намечена тема «Охраняемые природные территории (задачи, типы и режимы использования)». В связи с такой задачей школа была организована в Лахемааском национальном парке Эстонской ССР с 28 мая по 3 июня 1978 г.

В ее работе приняли участие 73 человека. Были заслушаны 35 докладов, посвященных изучению и функционированию охраняемых территорий различных типов. Были рассмотрены общие вопросы международной классификации охраняемых территорий, схемы размещения и перспективы развития охраняемых территорий для всего Советского Союза, для Эстонии и Литвы. Несколько докладов были посвящены национальным паркам; рассмотрены трудности и недостатки популяризации охраняемых территорий. Большое число сообщений было посвящено Лахемааскому национальному парку. Часть из них была сделана непосредственно на природе, во время экскурсий.

Были проведены разнообразные экскурсии: по четырехкилометровой учебной тропе через верховое болото Вирусоо, по тропе по полуострову Кясму и по Вийтнааскому камовому полю, посещены ландшафтные парки «Неэрути» и «Кырвемаа» с домом-музеем известного эстонского писателя А. Х. Таммсааре, а также по некоторым другим памятным местам.

Шестая школа была организована в г. Валдай с 21 по 25 мая 1979 г. В ее работе участвовали 50 человек. Тематика была строго выдержана. Рассматривались вопросы комплексного использования и охраны внутренних водоемов: основы нормирования допустимого загрязнения внутренних вод, гидросеть как каркас природных парков и заповедников, комплекс-

ная охрана водных объектов путем организации национальных парков, антропогенные изменения гидрохимии поверхностных вод и роль в них биогенных элементов, проблемы рыбного хозяйства в водоемах Эстонии, международная программа по охране болот Телма и другие.

Были совершены экскурсии по Всесоюзной научно-исследовательской гидрологической лаборатории и ее стационару «Лог Таежный», на биогеоценотический стационар Института географии АН СССР, по Валдайскому озеру и в Иверский монастырь, в г. Новгород.

Было принято решение следующую, седьмую школу созвать в г. Вильянди Эстонской ССР в 1980 г. и посвятить ее проблемам сельскохозяйственного использования земель и их охраны.

Работа школ вполне оправдала себя. Они служат сплочению молодых ученых, занимающихся вопросами рационального природопользования и охраны природы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Звонкова Т. В., Чиждова В. П. Школа по охране природы. — Вестник / Московский гос. ун-т, серия географическая, 1975, № 1, с. 116—117.
2. Охрана природы окультуренных ландшафтов. — Уч. зап. / Тартуский гос. ун-т, 1978, вып. 475. Научные труды по охране природы, 2. 151 с.
3. Человек и окружающая среда. — Уч. зап. / Тартуский гос. ун-т, 1978, вып. 458. Научные труды по охране природы, 1. 162 с.
4. Чиждова В. П. Четвертая школа по охране природы. — Вестник / Московский гос. ун-т, серия географическая, 1978, № 1, с. 116.
5. Чиждова В. П., Авилова Ф. С. Третья школа молодых ученых по охране природы. — Вестник / Московский гос. ун-т, серия географическая, 1977, № 2, с. 119.
6. Чиждова В. П., Чукапова А. В. Вторая школа молодых ученых по охране природы. — Вестник / Московский гос. ун-т, серия географическая 1975, № 6, с. 123—124.

## NATURE CONSERVATION SEMINARS FOR YOUNG SCIENTISTS

A. G. Voronov

### Summary

The article gives a survey of the work done at the nature conservation seminars for young scientists organized by the Moscow and Tartu State Universities. Up to now the seminars have taken place at the following places: at Kääriku, the Estonian S.S.R., in 1974; on the island of Saaremaa, the Estonian S.S.R., in 1975; in the town of Pushchino in 1976; in Pitsunda, the Abkhazian Autonomous S.S.R., in 1977; at the Lahemaa National

Park, the Estonian S.S.R., in 1978; and in the town of Valday in 1979. The directions and aims of the seminars are described, the chief problems discussed at the sessions are enumerated. The author comes to the conclusion that such seminars are of great significance in uniting the efforts of young scientists for research in the field of the rational exploitation of natural resources and nature conservation.



## ШЕСТАЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ

Б. М. Эккель

Московский государственный университет

С 21 по 27 мая 1979 г. Совет молодых ученых географического факультета Московского госуниверситета и географическое отделение биолого-географического факультета Тартуского госуниверситета в соответствии с договором о сотрудничестве провели VI Школу-семинар по охране природы в г. Валдай. Предыдущие школы, собиравшиеся ежегодно, начиная с 1974 г., показали, что такие встречи полезны, а дискуссии и непосредственный обмен мнениями дают новые знания и стимулируют научный поиск. Материалы школ регулярно публикуются в межвузовском сборнике «Научные труды по охране природы». Вышло уже четыре выпуска трудов: «Человек и окружающая среда», «Охрана природы окультуренных ландшафтов», «Рекреация и охрана природы» и «Охраняемые природные территории».

На этот раз темой Школы по охране природы было комплексное использование и охрана внутренних водоемов. По согласованию с руководством Валдайской научно-исследовательской гидрологической лаборатории им. В. А. Урываева, работа VI Школы проходила в конференц-зале лаборатории, слушателям Школы была предоставлена возможность ознакомиться с этим уникальным научным учреждением, ведущим широкий комплекс исследований по проблемам гидрофизики и речного стока.

Кураторы Школы — профессор МГУ А. Г. Воронов и и. о. профессора ТГУ Э. Ф. Вареп. В ее работе приняли участие более 50 ученых, преподавателей вузов, специалистов научно-исследовательских институтов и ряда проектных учреждений, всего из 19 организаций. Среди участников Школы кроме сотрудников и студентов МГУ и ТГУ были представители Таллинского политехнического института, Института географии АН

СССР, Института экономики АН ЭССР, Государственного проектного института «Эстгипросельстрой» и др.

Целью VI Школы по охране природы было объединить усилия ученых, занимающихся вопросами рационального использования и охраны природы внутренних водоемов Нечерноземной зоны, ознакомить участников Школы с передовыми теоретическими и практическими достижениями в этой области. Наряду с лекциями, докладами, сообщениями в программе Школы были предусмотрены научно-познавательные экскурсии.

Согласно основным направлениям, работа Школы-семинара была разделена на несколько секций:

1. Общие вопросы рационального природопользования и охраны водоемов Нечерноземной зоны.
2. Биогеохимические аспекты охраны водоемов.
3. Гидрологические аспекты и методологические вопросы охраны водоемов.

На открытии Школы ее участники почтили память скончавшегося профессора А. М. Чельцова-Бебутова, бывшего куратора Школы и члена редколлегии «Научных трудов по охране природы».

Содержание докладов и сообщений, представленных на Школе, достаточно полно освещено в данном сборнике. Как сами доклады, так и дискуссии, возникавшие при обсуждении выступлений, показали, что многие из участников Школы обладают нетрадиционными представлениями по поводу существующей практики использования водных ресурсов, в частности, по вопросам осушения (А. Г. Воронов, С. Г. Покровский и др.). В выступлениях подчеркивалось, что охрана природы водных объектов основана на более точных нормативах, чем охрана природы наземных сообществ (В. В. Мазинг). К. Н. Дьяконов в связи с большим интересом, проявленным к вопросу рационального использования ландшафтов, предложил одну из очередных школ специально посвятить рассмотрению функциональной значимости территории в связи с их природными свойствами. Оргкомитету поручено рассмотреть это предложение.

Во время работы Школы был проведен ряд научно-познавательных экскурсий. Участники осмотрели навильон гидрологических приборов и другие объекты сложного хозяйства ВНИГЛа, включая водноиспарительную и почвенноиспарительные площадки, водосливы, стоковые и воднобалансовые площадки, радиолокатор и др. Они убедились, что лаборатория оснащена современной измерительной техникой, приборами и установками, многие из которых по своим параметрам не имеют себе равных ни в нашей стране, ни за рубежом. Хорошая экспериментальная база и высококвалифицированные научные кадры ВНИГЛа позволили существенно развить научные пред-

ставления о процессах испарения и создать основу для разработки практических методов расчета элементов водного баланса. Валдайская лаборатория вносит большой вклад в развитие методики воднобалансовых исследований, познание закономерностей формирования стока наносов, образования русловых форм и др.

Участники Школы совершили экскурсию на лесной стационар ВНИГЛа — «Лог Таежный». На стационаре (как и в целом по ВНИГЛу) большое впечатление произвела сложность и масштабность конструкции экспериментальных установок при их видимой внешней простоте. Все приборы и устройства хорошо вписываются в природный ландшафт, не искажая ход естественных процессов и явлений.

Кроме осмотра Валдая — старинного и самобытного города, участники Школы провели водную экскурсию по Валдайскому озеру с посещением знаменитого Иверского монастыря. Этот памятник архитектуры XVII века очень живописно расположен на одном из облесенных островов. Наряду с осмотром красивых пейзажей с борта теплохода, участники Школы на конкретном объекте познакомились с уязвимой водной экосистемой, чутко реагирующей на сброс сточных вод, использование водномоторного транспорта, увеличение рекреационной нагрузки на берега и другие виды воздействия, а также смогли в какой-то мере ощутить эффективность проводимых природоохранных мероприятий. Во время экскурсии был заслушан доклад Г. Г. Лазуковой и Е. Б. Лопатиной «Изучение последствий рекреационной деятельности на побережьях озер Валдайское и Ужин». Доклад сопровождался осмотром тех берегов, которые наиболее часто посещаются отдыхающими. Знакомство с перспективами развития г. Валдая показало необходимость разработки научно обоснованных мер по регламентации народнохозяйственного использования как самих озер Валдайское и Ужин, так и их окрестностей.

Очень интересной была экскурсия на лесной биогеоценологический стационар Института географии АН СССР, которую провел А. А. Тишков. Участники Школы ознакомились с направлением работы стационара, побывали в наиболее характерных ландшафтах южно-таежных лесов. Во время экскурсии затрагивались вопросы изучения продуктивности лесных биогеоценозов, изменения их флоры и фауны, влияния антропогенных воздействий (например, строительства и эксплуатации линий электропередач, лесных пожаров, неорганизованного туризма и др.) (см. рис. 1 на с. 31).

Автобусная экскурсия в Новгород и осмотр архитектурных памятников русской старины достойно завершили работу VI Школы по охране природы.

Участниками Шестой школы по охране природы были:

Ф. С. Авилова, Я. К. Адер, И. Н. Блинова, Э. Ф. Вареп, А. Г. Воронов, А. Х. Вяртина, М. П. Гунина, Е. Г. Десятникова, К. Н. Дьяконов, Т. О. Каазик, Л. К. Казаков, И. В. Кала, Т. В. Калласте, В. Н. Калуцков, А. Я. Керге, В. Н. Лазаренко, Г. Г. Лазукова, П. П. Лебедев, Е. В. Лебедева, Э. Й. Линкрус, А. Ф. Лойгу, Э. О. Лойгу, Е. Б. Лопатина, В. В. Мазинг, Ю. Э. Мандер, Н. Ф. Микельсаар, Т. С. Падиля, А. В. Петров, С. Г. Покровский, Л. К. Поотс, А. Н. Попов, А. Ю. Ристкок, Б. Б. Родоман, Л. А. Руубель, Ю. Я. Руубель, А. В. Рыбаков, П. Н. Рязанов, А. Э. Саава, А. Х. Саланди, Е. В. Семизорова, А. А. Тишков, В. И. Форафонтова, Х. Б. Халлемаа, С. Е. Ханин, Ю. Й. Хейнсалу, М. П. Хрусталева, В. П. Чижова, А. Т. Эйпре, Т. Ф. Эйпре, Б. М. Эккель и С. Н. Юдинцев.

## THE SIXTH NATURE CONSERVATION SEMINAR FOR YOUNG SCIENTISTS

**B. M. Ekkel**

### Summary

The Sixth Nature Conservation Seminar was held jointly by young scientists of Moscow and Estonia in the town of Valday. It was devoted to the problem of the rational use and conservation of inland water bodies. The article gives a short survey of the work of the seminar as well as of the excursions made to the Scientific Laboratory for Hydrological Research and to its permanent station, to the Ecological Research Station of the Geography Institute of the Academy of Sciences of the U.S.S.R. on Lake Valday, and to the city of Novgorod.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Общие проблемы

Е. В. Семизорова. Условия формирования стока и оценка водных ресурсов Нечерноземной зоны РСФСР . . . . .	3
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Н. Л. Чепурко. Геохимические особенности гидроморфных ландшаф-</div> тов Центра Русской равнины . . . . .	8
Х. А. Симм. Антропогенные изменения в гидрохимии поверхностных вод (на примере Эстонской ССР) . . . . .	14
А. В. Дончева. Нарушение водного режима ландшафта вследствие техногенного воздействия . . . . .	19
Л. К. Казаков. Определение значимости природных и техногенных факторов для природных комплексов . . . . .	22
Б. М. Эккель. Принципы цикличности и компенсационности в использовании водных ресурсов . . . . .	28
В. Н. Калужков. Природные воды — индикаторы загрязнения выбросами металлургического производства . . . . .	34
В. И. Форафонтова, Ф. С. Авилова. Опыт картографирования воздействия промышленных пунктов на водные ресурсы . . . . .	37
А. Э. Саава. О нормировании допустимого загрязнения внутренних вод . . . . .	41
А. Г. Воронов. Волоеи и инфекционные болезни человека . . . . .	47
Н. Ф. Микельсаар. Проблемы рыбохозяйственного использования озер (на примере Эстонской ССР) . . . . .	53
Л. Г. Швидченко, Р. З. Гарейшин. Влияние освоения территории на переброску стока . . . . .	59
Р. З. Гарейшин, В. П. Чижова. Проблемы заповедного дела в связи с переброской стока . . . . .	63
Ю. Э. Мандер, К. Ф. Алеканд. О проектировании водоохраных полос по берегам волоев и водотоков . . . . .	68
Б. Б. Родоман. Гидросеть как каркас природных парков и заповедников . . . . .	77
В. П. Чижова, А. В. Петров, А. В. Рыбаков. Комплексная охрана озер путем организации национальных парков . . . . .	82

## Региональные проблемы

Ю. И. Хейнсалу. Карст Пандиверской возвышенности и охрана природной среды . . . . .	86
Т. Ф. Эйпре. Режим, ресурсы и возможности использования карстовых вод Пандиверской возвышенности Эстонии . . . . .	91
Э. О. Лойгу. Биогенные вещества, их источники и роль в малых реках Эстонии . . . . .	97
Г. Г. Лазукова, Е. Б. Лопатина. Изучение рекреационного воздействия на природные комплексы Валдайско-Ужинского бассейна . . . .	102
А. Н. Попов. Научно-организационные аспекты охраны природных вод озер Вадайское и Ужин . . . . .	109
А. А. Тишков. Динамика растительности ложа бывшего водохранилища Шуйской ГЭС (р. Валдайка, Новгородская область) . . . .	113
М. А. Хрусталева. Суточные и сезонные изменения химического состава воды Можайского водохранилища (Московская область) . . . .	117
П. Н. Рязанов. Поймы малых рек Центра Русской равнины и вопросы их охраны . . . . .	123
Э. Б. Кауп. Уникальность и защита экосистем Антарктических внутренних водоемов . . . . .	128

## Хроника

Э. Ф. Вареп. Академик К. М. Бэр и охрана природы . . . . .	133
А. Г. Воронов. Деятельность школ молодых ученых по охране природы . . . . .	138
Б. М. Эккель. Шестая школа молодых ученых по охране природы . . . .	144

## CONTENTS

### General Problems

E. V. Semizorova. Conditions of Outflow and Estimation of the Water Resources of the Non-Blackearth Zone of the Russian S.F.S.R	7
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">N. L. Chepurko.</div> Geochemical Peculiarities of the Hydromorphic Landscapes of the Central Region of European Russia	13
H. A. Simm. Changes in the Hydrochemical Regime of Surface Waters Caused by Human Activity	18
A. V. Doncheva. Impairment of the Water Regime of Landscapes under Technological Impact	21
L. K. Kazakov. Determination of the Importance of the Natural and Man-made Factors Influencing Natural Complexes	27
B. M. Ekkel. Principles of Cyclical and Compensatory Use of Water Resources	33
V. N. Kalutskov. Natural Waters Serving as Indicators of the Pollution Caused by the Metallurgical Industry	36
V. I. Forafontova, F. S. Avilova. Compilation of a Map Indicating the Influence of Industrial Enterprises on Water Resources	40
A. E. Saava. Regulation of the Permissible Water Pollution Level	46
A. G. Voronov. Water Bodies and Infectious Diseases of Man	51
N. F. Mikelsaar. Problems of Fishery in Estonian Lakes	58
L. G. Shvidchenko, R. Z. Gareishin. The Influence of the Degree of Cultivation of a Territory on the Reversal of the Course of Rivers	62
R. Z. Gareishin, V. P. Chizhova. The Influence of the Reversal of the Course of Rivers on Nature Reserves	67
Ü. E. Mander, K. F. Alekand. On planning Protective Stands on the Banks and Shores of Water Bodies	75
B. B. Rodoman. The Hydrographical Network as the Basis of Natural Parks and Nature Reserves	81
V. P. Chizhova, A. V. Petrov, A. V. Rybakov. Foundation of National Parks as a Measure for All-round Conservation of Lakes	85

## Regional Problems

Ü. J. Heinsalu. The Karst of the Pandivere Upland and Environmental Protection . . . . .	90
T. F. Eipre. The Regime and Resources of the Karst Waters of the Pandivere Upland and the Possibilities for their Use . . . . .	95
E. O. Loigu. Biogenic Elements, Their Sources and Role in Small Rivers	101
G. G. Lasukova, E. B. Lopatina. The Influence of Recreational Activities on the Natural Complexes in the Basin of Lakes Valday and Uzhin	108
A. N. Popov. Scientific and Management Aspects of Conservation of the Lakes Valday and Uzhin . . . . .	112
A. A. Tishkov. Vegetation Dynamics on the Site of the Former Water Reservoir of the Shuya Hydroelectric Power Station (in the District of Valday, Novgorod Region) . . . . .	116
M. A. Khrustaleva. Diurnal and Seasonal Changes in the Chemical Properties of the Moshaisk Water Reservoir . . . . .	122
P. N. Ryazanov. Flood-plain Meadows of Small Rivers in the Central Part of the Russian Plain and Some Problems of Their Conservation	127
E. B. Kaup. The Uniqueness of the Ecosystems of Antarctic Lakes and Their Protection . . . . .	132

## Chronicle

E. F. Varep. Academician K. E. von Baer and Nature Protection .	137
A. G. Voronov. Nature Conservation Seminars for Young Scientists .	142
B. M. Ekkel. The Sixth Nature Conservation Seminar for Young Scientists	147



Ученые записки Тартуского государственного университета.  
Выпуск 614.

Охрана внутренних вод.

Научные труды по охране природы VI.

На русском языке.

Резюме на английском языке.

Тартуский государственный университет.

ЭССР, 202400, г. Тарту, ул. Юликооли, 18.

Ответственный редактор Э. Вареп.

Корректоры Н. Чикалова, Л. Хоун.

Сдано в набор 19. 11. 1982.

Подписано к печати 20. 08. 1982.

МВ-09233.

Формат 60 × 90/16.

Бумага типографская № 1.

Высокая печать. Литературная.

Учетно-издательских листов 9,46.

Печатных листов 9,5 — 0,5 печ. листов вклеек.

Тираж 500.

Заказ № 3518.

Цена 1 руб. 40 коп.

Типография им. Х. Хейдеманна, ЭССР, 202400,

г. Тарту, ул. Юликооли, 17/19. II

2 — 1